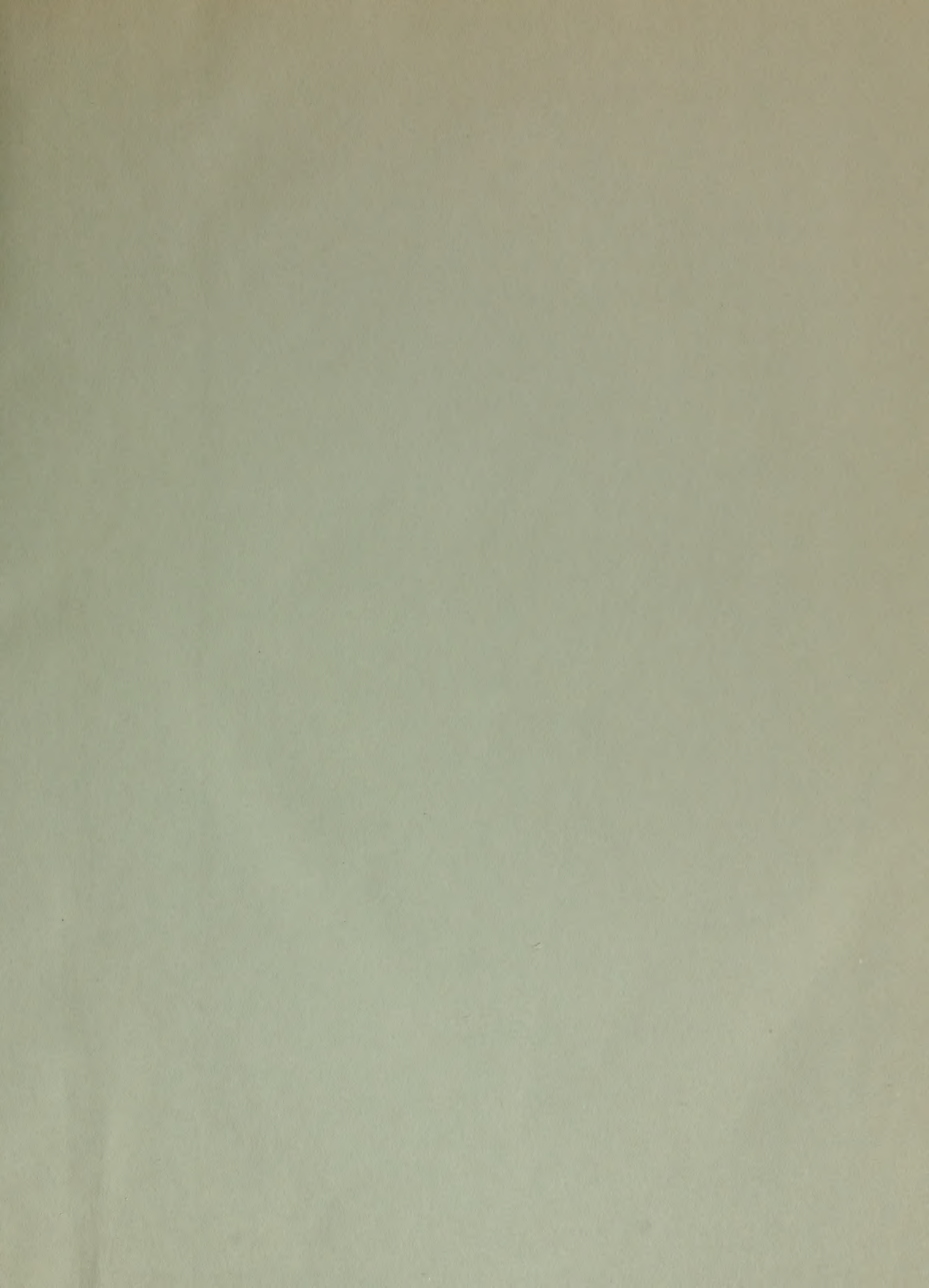












ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

1890.

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

AUS DEM JAHRE
1890.

MIT 1 TAFEL.

BERLIN.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
1891.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, NW., Universitäts-Strafse 8.

Inhalt.

Abhandlungen.

Physikalisch-mathematische Classe.

Physikalische Abhandlungen.

Philosophisch-historische Classe.

Anhang.

Abhandlungen nicht zur Akademie gehöriger Gelehrter.

Physikalische Abhandlungen.

Philosophisch-historische Abhandlungen.

Jahr 1890.

I.

Verzeichnifs der im Jahre 1890 stattgehabten Sitzungen der Akademie und der darin gelesenen Abhandlungen.

Öffentliche Sitzungen.

Sitzung am 23. Januar zum Gedächtnifs Friedrich's II. und zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. Auwers, eröffnete die Sitzung mit einer Festrede. Sodann berichtete derselbe über den Fortgang der gröfseren litterarischen Unternehmungen der Akademie und die Arbeiten der mit ihr verbundenen Stiftungen und Institute.

Sitzung am 3. Juli zur Feier des Leibniz'schen Jahrestages.

Hr. du Bois-Reymond, als vorsitzender Secretar, eröffnete die Sitzung mit einer Festrede.

Hr. Engler, als neu in die Akademie eingetretenes Mitglied, hielt seine Antrittsrede, welche Hr. du Bois-Reymond als vorsitzender Secretar der physikalisch-mathematischen Classe beantwortete; ebenso hielten die neu eingetretenen Mitglieder der philosophisch-historischen Classe, die HH. Weinhold, von der Gabelentz und Harnack, ihre Antrittsreden, welche die vorsitzenden Secretare dieser Classe, die HH. Curtius und Mommsen, beantworteten. Diese Reden sind sämmtlich in dem Sitzungsbericht abgedruckt.

Gesammtsitzungen der Akademie.

Januar 16. Conze, über die attischen Grabreliefs.

Februar 6. v. Hofmann, über Dissociationsversuche. (*S. B.*)

Kronecker, über die Summation der Reihe Ser. $(\xi, \eta, \mu, \nu, \omega)$.

Tschirch, Dr. A., über das Saugorgan der Scitamineen-Samen. Vorgelegt von Schwendener. (*S. B.*)

Februar 29. Diels, über eine pythagoräische Fälschung.

März 6. Strasburger, über die Vertreterinnen der Geleitzellen im Siebtheile der Gymnospermen. (*S. B.*)

Lepsius, Prof. R., die griechischen Marmorbrüche und die Benutzung derselben im Alterthum. Vorgelegt von Curtius. (*Abh.*)

März 20. Schmidt, über die Urheimath der Indogermanen und das europäische Zahlsystem. (*Abh.*)

März 20.	Fleischmann, Dr. A., über die Stammesverwandtschaft der Nager mit den Beutelthieren. Vorgelegt von Waldeyer. (*S. B*)
April 10.	Schwendener, über die Mestomscheiden der Gramineenblätter. (*S. B.*)
April 24.	Schmoller, über das deutsche Fremdenrecht von 1200—1500.
Mai 8.	Waldeyer, über die Rückbildung der Thymus. (*S. B.*)
	Baumhauer, Dr. H., über die Abhängigkeit der Ätzfiguren des Apatits von der Natur und Concentration des Ätzmittels (zweite Mittheilung). Vorgelegt von Klein. (*S. B.*)
Juni 5.	Köhler, über die Diadochengeschichte Arrian's. (*S. B.*)
	Kayser, Prof. H. und Runge, Prof. C., über die Spectren der Alkalien. Vorgelegt von v. Helmholtz. (*Abh.*)
Juni 19.	v. Bezold, zur Theorie der Cyklonen. (*S. B.*)
Juli 10.	Mommsen, über das römisch-germanische Herrscherjahr.
	Thiesen, Dr. M., Beiträge zur Dioptrik. Vorgelegt von v. Helmholtz. (*S. B.*)
Juli 24.	Kundt, über das optische und elektrische Verhalten dünner Metallschichten.
	du Bois, Dr. H. E. J. G. und Rubens, Dr. H., Brechung und Dispersion des Lichts in einigen Metallen. Vorgelegt von Kundt. (*S. B.*)
	Arons, Dr. L., Beobachtungen an elektrisch polarisirten Platinspiegeln. Vorgelegt von Kundt. (*S. B.*)
October 23.	Kirchhoff, Bemerkungen zu Thukydides 5, 21—24. (*S. B.*)

November 6. v. Sybel, zur Geschichte des heiligen Rocks in Trier.

November 20. Mommsen, über einige neugefundene römische Urkunden.

Braun, Prof. F., Beobachtungen über Elektrolyse. Vorgelegt von v. Helmholtz. (*S. B.*)

December 4. v. Hofmann, neue Untersuchungen über die Aethylenbasen. (*S. B.*)

Gabriel, Prof. S., zur Kenntnifs bromhaltiger Amine aus der Fettreihe. Vorgelegt von v. Hofmann. (*S. B.*)

Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe.

Januar 9. Fuchs, zur Theorie der linearen Differentialgleichungen. (*S. B.*)

Steiner, Prof. I., die Functionen des Centralnervensystems der wirbellosen Thiere. Vorgelegt von du Bois-Reymond. (*S. B.*)

Januar 30. Kronecker, zur Theorie der elliptischen Functionen. (*S. B.*)

Februar 13. Scheiner, Dr. J., Untersuchungen über die Sternspectra vom I. Typus auf Grund der auf der Potsdamer Sternwarte in den Jahren 1888 und 1889 aufgenommenen Spectralphotographien. Vorgelegt von Auwers. (*S. B.*)

Bernstein, Prof. J., phototelephonische Untersuchung des zeitlichen Verlaufs elektrischer Ströme. Vorgelegt von du Bois-Reymond. (*S. B.*)

Februar 27. Roth, über die Veränderungen, welche die Gesteine durch Contact mit Eruptivgesteinen erleiden.

März 13. Kronecker, zur Theorie der elliptischen Functionen. (*S. B.*)

Hensen, Prof. V., Bericht über die von ihm geleitete Plankton-Expedition im Atlantischen Ocean. Vorgelegt von du Bois-Reymond. (*S. B.*)

März 27. Munk, Untersuchungen über die Fühlsphäre der Grofshirnrinde.

Klein, über eine Methode ganze Krystalle oder Bruchstücke derselben zu Untersuchungen im parallelen und convergenten polarisirten Lichte zu verwenden. (*S. B.*)

April 17. Rosenthal, Prof. J., dritte Mittheilung über calorimetrische Untersuchungen an Säugethieren. Vorgelegt von du Bois-Reymond. (*S. B.*)

Mai 1. Landolt, über die Prout'sche Hypothese. (*S. B.*)

Lipschitz, Beiträge zu der Theorie der gleichzeitigen Transformation von zwei quadratischen oder bilinearen Formen. (*S. B.*)

Mai 22. Fuchs, über algebraisch integrirbare lineare Differentialgleichungen. (*S. B.*)

Kronecker, über orthogonale Systeme und ferner über die Composition der Systeme von n^2 Gröfsen mit sich selbst. (*S. B.*)

Bruns, Prof. H., über das Problem der Saecularstörungen. Vorgelegt von Kronecker. (*S. B.*)

Nagel, Dr. W., über die Entwickelung des Uterus und der Vagina beim Menschen. Vorgelegt von Waldeyer. (*S. B.*)

Juni 12.	v. Siemens, über das allgemeine Windsystem der Erde. (*S. B.*)
	du Bois-Reymond, über secundär-elektromotorische Erscheinungen an den elektrischen Geweben. (*S. B.*)
	Rammelsberg, über die chemische Natur der Turmaline. (*Abh.*; Auszug *S. B.*)
Juni 26.	Klein, krystallographisch-optische Untersuchungen an Rhodizit, Jeremejewit, Analcim, Chabasit und Phakolith. (*S. B.*)
	Auerbach, Prof. L., zur Kenntnifs der thierischen Zellen. Vorgelegt von Waldeyer. (*S. B.*)
Juli 17.	Möbius, über die Bildung und Bedeutung der Gruppenbegriffe unserer Thiersysteme. (*S. B.*)
	v. Helmholtz, über die Energie der Wogen und des Windes. (*S. B.*)
Juli 31.	Kronecker, zur Theorie der elliptischen Functionen. (*S. B.*)
	Jesse, O., Untersuchungen über die sogenannten leuchtenden Wolken. Vorgelegt von v. Bezold. (*S. B.*)
	Schimper, Prof., über Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Java's. Vorgelegt von Pringsheim. (*S. B.*)
October 30.	Dames, Prof., Untersuchung über Schichtenfolge der Silurbildungen Gotlands und deren Beziehungen zu obersilurischen Geschieben Norddeutschlands. Vorgelegt von Beyrich. (*S. B.*)
	Schwendener, über die optisch anomale Reaction des Traganth- und Kirschgummis. (*S. B.*)
November 13.	Rinne, Dr. F., über die Umänderungen, welche

die Zeolithe durch Erwärmen bei und nach dem Trübewerden erfahren. Vorgelegt von Klein. (*S. B.*)

November 27. Kronecker, über algebraische Reduction der Schaaren bilinearer Formen. (*S. B.*)

Liebreich, Prof. O., über den todten Raum bei chemischen Reactionen. Vorgelegt von Landolt. (*S. B.*)

Selenka, E., zur Entwickelung der Affen. Vorgelegt von Schulze. (*S. B.*)

December 11. Auwers, Bestimmung der Sonnenparallaxe aus Meridianbeobachtungen des Planeten Iris in der Erscheinung von 1888.

Sitzungen der philosophisch-historischen Classe.

Januar 9. Dillmann, Bemerkungen zur Grammatik des Geez und zur alten Geschichte Abessiniens. (*S. B.*)

Januar 30. v. Sybel, über Hassenpflug.

Conze, über die bei Vurwa und Velanidésa in Attika neu aufgedeckten Gräber.

Meyer, Prof. Dr. W., die Berliner Centones der Laudes Dei des Dracontius. Vorgelegt von Vahlen. (*S. B.*)

Wattenbach, die Briefe des Canonicus Guido von Bazoches, Cantors zu Châlons im zwölften Jahrhundert. (*S. B.*)

Februar 27. Pernice, über den Modus bei Übereignungsgeschäften im klassischen römischen Rechte.

März 13. Brunner, über die absichtlose Missethat im altdeutschen Strafrechte.

März 27.	Hirschfeld, über einige Daten der römischen Kaiserzeit.
April 17.	Sachau, die altaramäische Inschrift auf dem Standbilde des Königs Panammû von Sam'al aus dem 8. Jahrhundert vor Chr. Geburt.
Mai 1.	Dilthey, Beiträge zur Lösung der Frage vom Ursprung unseres Glaubens an die Realität der Aufsenwelt. (*S. B.*)
Mai 22.	Dümmler, über Christian von Stavelot und seine Auslegung zum Matthäus. (*S. B.*)
Juni 12.	Weinhold, über den Mythus vom Wanenkrieg. (*S. B.*)
Juni 26.	von der Gabelentz, über die Kabakadasprache in Neupommern.
Juli 17.	Weber, über die Griechen in Indien. (*S. B.*)
Juli 31.	Kiepert, Vorlage seiner Karte von Kleinasien.
October 30.	Curtius, Studien zur Geschichte des griechischen Olymps. (*S. B.*)
November 13.	Zeller, über die Abfassungszeit des platonischen Theätet.
November 27.	Schrader, die Datirung der babylonischen sogenannten Arsacideninschriften. (*S. B.*)
December 11.	v. Sybel, die Entstehung des Amts des Generalpolizeidirectors im Jahre 1854.
	Brückner, Prof. A., Bericht über seine von der K. Akademie subventionirte Reise 1889/90. Vorgelegt von Schmidt. (*S. B.*)

Die mit *S. B.* bezeichneten Vorträge sind in den Sitzungsberichten, die mit *Abh.* bezeichneten in den Abhandlungen abgedruckt.

II.

Verzeichniſs der im Jahre 1890 gestellten Preisaufgaben und ertheilten Preise.

Steiner'scher Preis.

In der Leibniz-Sitzung am 28. Juni 1888 wurde die bereits am Leibniz-Tage 1886 gestellte Preisfrage unverändert erneuert:

> „In der Absicht, das Studium der Schriften Steiner's zu erleichtern und zum Fortschreiten auf den von ihm eröffneten Bahnen anzuregen, hat die Akademie die Herausgabe der gesammelten Werke desselben veranlaſst, welche in den Jahren 1881 und 1882 erschienen sind. Es bleibt jetzt noch, wie aus der Schluſsbemerkung zum zweiten Bande hervorgeht, die Aufgabe, die Resultate der einzelnen Schriften einer Sichtung und Prüfung zu unterwerfen. Die Akademie wünscht, daſs dieses zunächst für diejenigen Untersuchungen Steiner's geschehe, welche sich auf die allgemeine Theorie der algebraischen Curven und Flächen beziehen. Es wird verlangt, daſs die hauptsächlichsten Resultate derselben auf analytischem Wege verificirt und alsdann durch synthetische Methoden im Sinne Steiner's hergeleitet werden."

Es sind zwei Arbeiten eingegangen.

Die erste trägt das Motto *Fortes firmat concordia.* Dieselbe beschäftigt sich nur mit den ersten Formeln, die in den Anwendungen der Differentialrechnung auf die Geometrie aufgestellt werden, und geht auf die von der Akademie gestellte Aufgabe nicht ein. Diese Arbeit kann daher bei der Preisbewerbung keine Berücksichtigung finden.

Die zweite Arbeit ist mit dem Motto *Per aspera ad astra* versehen. Der Verfasser derselben hat zur Lösung der von der Akademie gestellten Aufgabe einen Weg eingeschlagen, der zu einem befriedigenden Ergebnifs nicht führen konnte. Um die von Steiner ohne Beweis aufgestellten Sätze zu prüfen, hat er eine Verquickung von analytischen und geometrischen Hülfsmitteln angewendet, durch welche aus dem Grunde nur selten etwas entschieden werden konnte, weil die geometrische Schlufsweise des Verfassers zum grofsen Theile nicht auf sicherer Grundlage beruht, zum Theil aber auch irrig ist. Verwunderlich ist es, dafs er zuweilen Abschnitte der Steiner'schen Schriften, welche schon von anderen Geometern erledigt worden sind, derselben ungenügenden Behandlung unterwirft. Es mufs zwar anerkannt werden, dafs in einzelnen Theilen der Arbeit die Methode nicht ganz so schwerwiegenden Bedenken unterliegt, und dafs es dem Verfasser an einer Stelle auch gelungen ist, eine von Steiner ausgesprochene Vermuthung auf eine einfache Weise zu bestätigen. Aber dieses genügt nicht, um die Arbeit als eine den Bestand der auf die allgemeine Theorie der algebraischen Curven und Flächen sich beziehenden Steiner'schen Schriften gründlich sichtende, beziehungsweise begründende Leistung zu bezeichnen. Es konnte daher derselben der Preis nicht ertheilt werden. —

Die Akademie hält dafür, dafs es jetzt an der Zeit ist, auf eine schon in früheren Jahren gestellte, bisher unerledigt gebliebene geometrische Frage zurückzukommen. Sie verlangt die Lösung eines bedeutenden Problems aus der Theorie der Krümmungslinien der Flächen, und hebt als ein solches namentlich die Ermittelung der Bedingungen hervor, unter welchen die Krümmungslinien algebraischer Flächen algebraische Curven sind.

Der hierfür ausgesetzte Preis beträgt Dreitausend Mark.

Bewerbungsschriften, welche in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache verfafst sein können, sind bis zum 31. December 1894 bei der Akademie einzuliefern. Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, welches auf einem beigefügten versiegelten innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äufserlich wiederholt ist. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen.

Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1895.

Preisertheilung aus dem von Miloszewski'schen Legat.

Der Miloszewski'sche Preis ist an die Lösung folgender Aufgabe geknüpft worden:

> „Die Entwickelung der deutschen Psychologie in der Periode, welche annähernd durch den Tod von Christian Wolff und das Erscheinen der Vernunftskritik von Kant begrenzt wird, soll dargelegt werden und es soll besonders der Einflufs dieser psychologischen Arbeiten auf die Ausbildung der Aesthetik unserer classischen Litteraturepoche dargestellt werden."

Von den beiden eingelieferten Arbeiten trägt die eine das Goethe'sche Motto: „das Besondere unterliegt ewig dem Allgemeinen, das Allgemeine hat ewig dem Besondern sich zu fügen". Dieselbe zeichnet sich durch umfassende Kenntnifs der deutschen Psychologie und schönen Litteratur im 18. Jahrhundert aus. Auch

besitzt der Autor die für die Lösung der Aufgabe unentbehrliche Kenntnifs der heutigen Psychologie in ausreichendem Grade. Die von ihm gewählte dogmatische Anordnung des Stoffs ist zweckmäfsig. Doch leidet die Übersichtlichkeit durch zu grofse Specialisirung dieser Sacheintheilung. Der Verfasser erläutert durch ein breites, vielfach schätzenswerthes Material die Denk- und Arbeitsrichtungen der Epoche, aber die einzelnen wirklichen Fortschritte hätten auf dieser Grundlage mit festerer Hand registrirt und an diesen entscheidenden Punkten hätte das belegende Material gesammelt werden müssen. Die Darstellung ist zwar lebendig, doch nicht überall bestimmt, klar und knapp genug. So ist dem Verfasser vor dem Druck der Arbeit eine Umarbeitung und Zusammenziehung derselben dringend anzurathen.

Die andere Abhandlung trägt das Motto aus dem Aesthetiker Meier: „die künstliche Aesthetik ist ein philosophischer Commentarius zur natürlichen". Sie gliedert den Stoff nach Personen. In einzelnen historischen Blicken, ja in dem intimen geschichtlichen Verständnifs überhaupt, ist sie der ersten entschieden überlegen, doch steht sie in der Kenntnifs des litterarischen Materials hinter derselben zurück. Werden die schönen geschichtlichen Beobachtungen in ihr, die jetzt unfertig und vielfach unbestimmt dastehen, zu Reife und Klarheit durchgebildet, so wird dieselbe ein sehr nützlicher Beitrag zur Kenntnifs der Epoche sein.

Hiernach erscheinen beide Abhandlungen, obwohl sie die Aufgabe nicht voll und ganz lösen, doch als noch preisfähig. Den Vorzug verdient die erst charakterisirte mit dem Goethe'schen Motto und ihr wird der Preis zuerkannt. Da aber die andere Abhandlung, mit dem Meier'schen Motto, ihr ganz nahe kommt und die Vollendung derselben im Sinne eines später eingelieferten Nachtrages schöne Resultate verspricht, so hat auf Antrag der Akade-

mie das vorgesetzte Ministerium in dankenswerthester Weise die Ertheilung eines zweiten Preises an diese Abhandlung ermöglicht.

Als Verfasser der ersten Abhandlung nennt sich Dr. phil. Max Dessoir in Berlin, als Verfasser der zweiten Dr. Robert Sommer, Assistenzarzt an der Provinzial-Irrenanstalt zu Rybnik in Oberschlesien.

III.

Verzeichniſs der im Jahre 1890 erfolgten besonderen Geldbewilligungen aus akademischen Mitteln zur Ausführung oder Unterstützung wissenschaftlicher Unternehmungen.

Es wurden im Laufe des Jahres 1890 bewilligt:

3000 Mark dem Mitgliede der Akademie Hrn. Kirchhoff zur Fortsetzung des Corpus Inscriptionum Graecarum.

3000 „ dem Mitgliede der Akademie Hrn. Mommsen zur ferneren Herstellung von Supplementen zum Corpus Inscriptionum Latinarum.

1000 „ demselben zur Fortführung der Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

5000 „ den Mitgliedern der Akademie HH. Zeller und Diels zur Fortsetzung der Arbeiten für eine kritische Ausgabe der griechischen Commentatoren des Aristoteles.

6000 „ den Mitgliedern der Akademie HH. von Sybel und Schmoller zur Fortsetzung der Herausgabe der politischen Correspondenz und der Staatsschriften König Friedrich's II.

3000 Mark zu ferneren Vorarbeiten zur Herausgabe einer Publication der antiken Münzen Moesiens und Thrakiens.

2000 „ dem Privatdocenten Hrn. Dr. Will in Rostock zu einer Reise nach den Balearen und nach Algier, um die Entwickelung der Geckonen und verwandten Formen zu verfolgen.

500 „ dem Director Hrn. Prof. Dr. Harzer in Gotha zur Bearbeitung einer von Prof. E. Becker auf der Herzoglichen Sternwarte angestellten Beobachtungsreihe.

2000 „ Hrn. Dr. von Rebeur-Paschwitz, z. Z. auf Teneriffa, zur Fortsetzung seiner Versuche über Schwankungen der Lothlinie in Wilhelmshaven und auf Teneriffa.

3600 „ Hrn. Dr. O. Jesse in Steglitz bei Berlin zur fortgesetzten Beobachtung und zum Photographiren der leuchtenden Nachtwolken von verschiedenen Standörtern aus.

1500 „ der Deutschen anatomischen Gesellschaft als Beihülfe zur Herausgabe einer einheitlichen anatomischen Terminologie.

1200 „ Hrn. Prof. Dames hierselbst zu einer geologischen Untersuchung der Insel Gotland und Dalekarliens.

1200 „ Hrn. Prof. Urban hierselbst zu einer Reise nach Paris zum Zweck des Studiums der dort befindlichen Exemplare der westindischen Flora.

1200 „ Hrn. Dr. Rinne hierselbst zur Untersuchung der mitteldeutschen Basalte.

1000 „ an die Verlagsbuchhandlung von Max Cohen u. Sohn in Bonn als Zuschufs zur Herausgabe der von Hrn. Prof. Nufsbaum mit Unterstützung der Akademie ausgeführten Untersuchungen über die californischen Cirrhipedien.

450 Mark an die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann in Leipzig als Beihülfe zur Herausgabe eines Werks von Hrn. Dr. K. Schumann hierselbst über den Blüthenanschlufs.

3000 „ dem Königl. Forstassessor Hrn. Dr. A. Möller in Eberswalde zu einer Reise nach Süd-Brasilien behufs Ausführung mykologischer Studien.

500 „ dem Privatdocenten Hrn. Dr. J. Linck in Strafsburg i. E. zur petrogenetischen Untersuchung einer Gesteinsinsel des obern Veltlins.

1000 „ dem Privatdocenten Hrn. Dr. O. Hamann zu Göttingen zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Echinorhynchen.

2000 „ der Physikalischen Gesellschaft hierselbst für die Fortführung der „Fortschritte der Physik“.

6500 „ für die Herausgabe der im Auftrage der Akademie von Prof. Dr. R. Lepsius in Darmstadt bearbeiteten geologischen Karte von Attika.

750 „ der G. Reimer'schen Verlagsbuchhandlung hierselbst als Beihülfe zur Herausgabe einer Sammlung geistlicher Schauspiele des 14. bis 16. Jahrhunderts von Hrn. Dr. Bolte hierselbst.

900 „ Hrn. Prof. Dr. Gerhardt in Eisleben zur Herausgabe des 7. Bandes von Leibniz' philosophischen Schriften.

180 „ der Verlagsbuchhandlung G. Reimer hierselbst zur Herausgabe des 10. Heftes des 5. Bandes der „etruskischen Spiegel“.

IV.

Verzeichnifs der im Jahre 1890 erschienenen im Auftrage oder mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten oder herausgegebenen Werke.

Corpus Inscriptionum Graecarum. — Inscriptiones graecae Siciliae et Italiae. Ed. G. Kaibel.

Politische Correspondenz König Friedrich's II. Bd. 18.

Jacobi, Gesammelte Werke. Bd. 5.

Kiepert, Specialkarte vom westlichen Kleinasien. Lief. II. 10 Blätter.

Taschenberg, O., Bibliotheca zoologica. II, 8.

Etruskische Spiegel. Bd. V, Heft 10.

Nussbaum, Untersuchungen über die californischen Cirrhipedien.

Leibniz' philosophische Schriften. Herausgegeben von Gerhardt. Bd. 7.

Schumann, Neue Untersuchungen über den Blüthenanschlufs.

V.

Veränderungen im Personalstande der Akademie im Laufe des Jahres 1890.

Gewählt wurden:

zum ordentlichen Mitgliede der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Adolf Harnack am 19. December 1889, bestätigt durch Königliche Cabinetsordre vom 10. Februar 1890;

zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Adolf Engler am 19. December 1889, bestätigt durch Königliche Cabinetsordre vom 29. Januar 1890;

zum correspondirenden Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. David Gill am Cap der guten Hoffnung am 5. Juni 1890;

zum correspondirenden Mitgliede der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Heinrich Denifle in Rom am 18. December 1890.

Gestorben sind:

das Ehrenmitglied:

Hr. Peter von Tschihatchef in Florenz am 13. October 1890.

die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Ch. Henr. Dietr. Buys-Ballot in Utrecht am 3. Februar 1890,
„ Felice Casorati in Pavia am 11. September 1890.

Verzeichnifs

der

Mitglieder der Akademie der Wissenschaften

am Schlusse des Jahres 1890.

I. Beständige Secretare.

Hr. *du Bois-Reymond,* Secr. der phys.-math. Classe.
- *Curtius,* Secr. der phil.-hist. Classe.
- *Mommsen,* Secr. der phil.-hist. Classe.
- *Auwers,* Secr. der phys.-math. Classe.

II. Ordentliche Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.	
Hr. *Emil du Bois-Reymond*		1851	März 5.
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853	Juli 25.
- *Heinr. Ernst Beyrich*		1853	Aug. 15.
- *Jul. Wilh. Ewald*		1853	Aug. 15.
- *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855	Aug. 15.
- *Ernst Eduard Kummer*		1855	Dec. 10
- *Karl Weierstraſs*		1856	Nov. 19.
	- *Albrecht Weber*	1857	Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858	April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860	März 7.
- *Leopold Kronecker*		1861	Jan. 23.
	- *Ernst Curtius*	1862	März 3.
- *Aug. Wilh. von Hofmann*		1865	Mai 27.
- *Arthur Auwers*		1866	Aug. 18.

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.	
Hr. *Justus Roth*		1867	April 22.
- *Nathanael Pringsheim*		1868	Aug. 17.
- *Hermann von Helmholtz*		1870	Juni 1.
	Hr. *Eduard Zeller*	1872	Dec. 9.
- *Werner von Siemens*		1873	Dec. 22.
- *Rudolph Virchow*		1873	Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874	Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875	Juni 14.
	- *Heinrich von Sybel*	1875	Dec. 20.
	- *August Dillmann*	1877	März 28.
	- *Alexander Conze*	1877	April 23.
- *Simon Schwendener*		1879	Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880	März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881	Aug. 15.
	- *Wilhelm Wattenbach*	1881	Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881	Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881	Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884	Febr. 18.
	- *Alfred Pernice*	1884	April 9.
	- *Heinrich Brunner*	1884	April 9.
	- *Johannes Schmidt*	1884	April 9.
- *Lazarus Fuchs*		1884	April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884	Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885	März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886	April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887	Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887	Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887	Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887	April 6.
- *Karl August Möbius*		1888	April 30.
- *August Kundt*		1888	Mai 29.
	- *Ernst Dümmler*	1888	Dec. 19.
	- *Ulrich Koehler*	1888	Dec. 19.
	- *Karl Weinhold*	1889	Juli 25.
	- *Georg v. d. Gabelentz*	1889	Aug. 16.
- *Adolf Engler*		1890	Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890	Febr. 10.

III. Auswärtige Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königl. Bestätigung.	
	Sir *Henry Rawlinson* in London	1850	Mai 18.
Hr. *Franz Neumann* in Königsberg		1858	Aug. 18.
Robert Wilhelm Bunsen in Heidelberg		1862	März 3.
	Hr. *Franz* Ritter *v. Miklosich* in Wien	1862	März 24.
- *Wilhelm Weber* in Göttingen		1863	Juli 11.
- *Hermann Kopp* in Heidelberg		1874	Mai 13.
	- *Giovanni Battista de Rossi* in Rom	1875	Juli 9.
Sir *Richard Owen* in London		1878	Dec. 2.
- *George Biddell Airy* in Greenwich		1879	Febr. 8.
Hr. *Charles Hermite* in Paris		1884	Jan. 2.
- *August Kekulé* in Bonn		1885	März 2.
	- *Otto von Boehtlingk* in Leipzig	1885	Nov. 30.
	- *Rudolf von Roth* in Tübingen	1889	Mai 15.

IV. Ehren-Mitglieder.

	Datum der Königlichen Bestätigung.	
Hr. Graf *Helmuth v. Moltke* in Berlin	1860	Juni 2.
Don *Baldassare Boncompagni* in Rom	1862	Juli 21.
Hr. *Georg Hanssen* in Göttingen	1869	März 3.
S. M. Dom *Pedro*, Kaiser von Brasilien	1882	Oct. 18.
Earl *of Crawford and Balcarres* in Dunecht, Aberdeen	1883	Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Marburg	1887	Jan. 24.
Don *Carlos Ibañez*, Marquez de Mulhacen, in Madrid	1887	April 1.
Hr. *Ludwig Boltzmann* in München	1888	Juni 29.

V. Correspondirende Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl.	
Hr. *Adolf von Baeyer* in München	1884	Jan. 17.
- *Friedrich Beilstein* in Petersburg	1888	Dec. 6.
- *Eugenio Beltrami* in Pavia	1881	Jan. 6.
- *Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov. 3.
- *P. J. van Beneden* in Löwen	1855	Juli 26.
- *Enrico Betti* in Pisa	1881	Jan. 6.
- *Francesco Brioschi* in Mailand	1881	Jan. 6.
- *Ernst von Brücke* in Wien	1854	April 27.
- *Hermann Burmeister* in Buenos Aires	1874	April 16.
- *Auguste Cahours* in Paris	1867	Dec. 19.
- *Alphonse de Candolle* in Genf	1874	April 16.
- *Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888	Dec. 6.
- *Arthur Cayley* in Cambridge	1866	Juli 26.
- *Elvin Bruno Christoffel* in Strafsburg	1868	April 2.
- *Ferdinand Cohn* in Breslau	1889	Dec. 19.
- *Luigi Cremona* in Rom	1886	Juli 15.
- *James Dana* in New Haven, Connecticut	1855	Juli 26.
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März 11.
- *Louis-Hippolyte Fizeau* in Paris	1863	Aug. 6.
- *Edward Frankland* in London	1856	Nov. 8.
- *Remigius Fresenius* in Wiesbaden	1888	Dec. 6.
- *Carl Gegenbaur* in Heidelberg	1884	Jan. 17.
- *Archibald Geikie* in London	1889	Febr. 21.

		Datum der Wahl.	
Hr.	*Wolcott Gibbs* in Cambridge, Massachusetts	1885	Jan. 29.
-	*David Gill*, Kön. Sternwarte am Cap der Guten Hoffnung	1890	Juni 5.
-	*Benjamin Apthorp Gould* in Cambridge, Massachusetts	1883	Juni 7.
-	*Julius Hann* in Wien	1889	Febr. 21.
-	*Franz von Hauer* in Wien	1881	März 3.
-	*Rudolf Heidenhain* in Breslau	1884	Jan. 17.
-	*Heinrich Hertz* in Bonn	1889	März 7.
-	*Johann Friedrich Hittorf* in Münster	1884	Juli 31.
Sir	*Joseph Dalton Hooker* in Kew	1854	Juni 1.
Hr.	*Thomas Huxley* in London	1865	Aug. 3.
-	*Joseph Hyrtl* in Wien	1857	Jan. 15.
-	*Albert von Kölliker* in Würzburg	1873	April 3.
-	*Friedrich Kohlrausch* in Strafsburg	1884	Juli 31.
-	*Nicolai von Kokscharow* in St. Petersburg	1887	Oct. 20.
-	*Adalbert Krueger* in Kiel	1887	Febr. 10.
-	*Rudolph Leuckart* in Leipzig	1887	Jan. 20.
-	*Franz von Leydig* in Würzburg	1887	Jan. 20.
-	*Rudolph Lipschitz* in Bonn	1872	April 18.
-	*Sven Ludvig Lovén* in Stockholm	1875	Juli 8.
-	*Karl Ludwig* in Leipzig	1864	Oct. 27.
-	*Charles Marignac* in Genf	1865	März 30.
-	*Lothar Meyer* in Tübingen	1888	Dec. 6.
-	*Karl von Nägeli* in München	1874	April 16.
-	*Simon Newcomb* in Washington	1883	Juni 7.
-	*Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889	Dec. 19.
-	*Eduard Pflüger* in Bonn	1873	April 3.
-	*Georg Quincke* in Heidelberg	1879	März 13.
-	*Friedrich von Recklinghausen* in Strafsburg	1885	Febr. 26.
-	*Ferdinand von Richthofen* in Berlin	1881	März 3.
-	*Ferdinand Römer* in Breslau	1869	Juni 3.
-	*Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887	Oct. 20.
-	*George Salmon* in Dublin	1873	Juni 12.
-	*Arcangelo Scacchi* in Neapel	1872	April 18.
-	*Ernst Christian Julius Schering* in Göttingen	1875	Juli 8.
-	*Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand	1879	Oct. 23.
-	*Ludwig Schläfli* in Bern	1873	Juni 12.
-	*Eduard Schönfeld* in Bonn	1887	Febr. 10.
-	*Heinrich Schröter* in Breslau	1881	Jan. 6.
-	*Philipp Ludwig von Seidel* in München	1863	Juli 16.

	Datum der Wahl.	
Hr. *Japetus Steenstrup* in Kopenhagen	1859	Juli 11.
Sir *Gabriel Stokes* in Cambridge	1859	April 7.
Hr. *Eduard Strasburger* in Bonn	1889	Dec. 19.
- *Otto von Struve* in Pulkowa	1868	April 2.
- *James Joseph Sylvester* in London	1866	Juli 26.
Sir *William Thomson* in Glasgow	1871	Juli 13.
Hr. *August Töpler* in Dresden	1879	März 13.
- *Moritz Traube* in Breslau	1886	Juli 29.
- *Pafnutij Tschebyschew* in St. Petersburg	1871	Juli 13.
- *Gustav Tschermak* in Wien	1881	März 3.
- *Gustav Wiedemann* in Leipzig	1879	März 13.
- *Heinrich Wild* in St. Petersburg	1881	Jan. 6.
- *Alexander William Williamson* in High Pitfold, Haslemere	1875	Nov. 18.
- *August Winnecke* in Strafsburg	1879	Oct. 23.
- *Adolf Wüllner* in Aachen	1889	März 7.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887	Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.

Hr. *Wilhelm Christian Ahlwardt* in Greifswald	1888	Febr. 2.
- *Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887	März 10.
- *Theodor Aufrecht* in Heidelberg	1864	Febr. 11.
- *George Bancroft* in Washington	1845	Febr. 27.
- *Heinrich Brugsch* in Berlin	1873	Febr. 13.
- *Heinrich von Brunn* in München	1866	Juli 26.
- *Franz Bücheler* in Bonn	1882	Juni 15.
- *Georg Bühler* in Wien	1878	April 11.
- *Ingram Bywater* in London	1887	Nov. 17.
- *Giuseppe Canale* in Genua	1862	März 13.
- *Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869	Nov. 4.
- *Alexander Cunningham* in London	1875	Juni 17.
- *Léopold Delisle* in Paris	1867	April 11.
- *Heinrich Denifle* in Rom	1890	Dec. 18.
- *Wilhelm Dittenberger* in Halle	1882	Juni 15.

	Datum der Wahl.	
Hr. *Giuseppe Fiorelli* in Rom	1865	Jan. 12.
- *Kuno Fischer* in Heidelberg	1885	Jan. 29.
- *Paul Foucart* in Athen	1884	Juli 24.
- *Karl Immanuel Gerhardt* in Eisleben	1861	Jan. 31.
- *Konrad Gislason* in Kopenhagen	1854	März 2.
- Graf *Giambattista Carlo Giuliari* in Verona	1867	April 11.
- *Aureliano Fernandez Guerra y Orbe* in Madrid	1861	Mai 30.
- *Friedrich Wilh. Karl Hegel* in Erlangen	1876	April 6.
- *Hermann von Holst* in Freiburg i. B.	1889	Juli 25.
- *Théophile Homolle* in Paris	1887	Nov. 17.
- *Paul Hunfalvy* in Pesth	1873	Febr. 13.
- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1879	Juni 19.
- *Vatroslav Jagić* in Wien	1880	Dec. 16.
- *Rudolf von Jhering* in Göttingen	1889	Juli 25.
- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887	Nov. 17.
- *Heinrich Keil* in Halle	1882	Juni 15.
- *Franz Kielhorn* in Göttingen	1880	Dec. 16.
- *Sigismund Wilhelm Koelle* in London	1855	Mai 10.
- *Stephanos Kumanudes* in Athen	1870	Nov. 3.
- *Konrad Leemans* in Leiden	1844	Mai 9.
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874	Nov. 3.
- *Konrad Maurer* in München	1889	Juli 25.
- *Adolf Michaelis* in Strafsburg	1888	Juni 21.
- *Giulio Minervini* in Neapel	1852	Juni 17.
- *Ludvig Müller* in Kopenhagen	1866	Juli 26.
- *Max Müller* in Oxford	1865	Jan. 12.
- *August Nauck* in St. Petersburg	1861	Mai 30.
- *Charles Newton* in London	1861	Jan. 31.
- *Theodor Nöldeke* in Strafsburg	1878	Febr. 14.
- *Julius Oppert* in Paris	1862	März 13.
- *Gaston Paris* in Paris	1882	April 20.
- *Georges Perrot* in Paris	1884	Juli 24.
- *Wilhelm Pertsch* in Gotha	1888	Febr. 2.
- *Rizo Rangabé* in Athen	1851	April 10.
- *Félix Ravaisson* in Paris	1847	Juni 10.
- *Ernest Renan* in Paris	1859	Juni 30.
- *Georg Rosen* in Detmold	1858	März 25.
- *Eugène de Rozière* in Paris	1864	Febr. 11.
- *Hermann Sauppe* in Göttingen	1861	Jan. 31.

	Datum der Wahl.	
Hr. *Theodor von Sickel* in Wien	1876	April 6.
- *Christoph Sigwart* in Tübingen	1885	Jan. 29.
- *Friedrich Spiegel* in Erlangen	1862	März 13.
- *Aloys Sprenger* in Heidelberg	1858	März 25.
- *William Stubbs* in Chester	1882	März 30.
- *Théodore Hersant de la Villemarqué* in Paris	1851	April 10.
- *Louis Vivien de Saint-Martin* in Paris	1867	April 11.
- *Matthias de Vries* in Leiden	1861	Jan. 31.
- *William Waddington* in Paris	1866	Febr. 15.
- *William Dwight Whitney* in New Haven	1873	Febr. 13.
- *Friedrich Wieseler* in Göttingen	1879	Febr. 27.
- *Ferdinand Wüstenfeld* in Göttingen	1879	Febr. 27.
- *K. E. Zachariae von Lingenthal* in Grofskmehlen	1866	Juli 26.
- *Karl Zangemeister* in Heidelberg	1887	Febr. 10.

PHYSIKALISCHE

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

AUS DEM JAHRE

1890.

BERLIN.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
1891.

BUCHDRUCKEREI DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (G. VOGT).

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.



Inhalt.



Über die chemische Natur der Turmaline.

Von

H[rn.] RAMMELSBERG.

Vorgelegt in der Sitzung der phys.-math. Classe am 12. Juni 1890
[Sitzungsberichte St. XXX. S. 627].
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 3. December 1890.

Einleitung.

In der Sitzung vom 22. Juli 1850 legte Heinrich Rose der Akademie eine Abhandlung von mir vor über die Zusammensetzung der Turmaline[1]). Sie gab die Resultate einer mehrjährigen Arbeit, welche sich auf 30 Abänderungen erstreckte und später ausführlicher veröffentlicht wurde[2]), allein sie führte nicht zu einem gemeinsamen Ausdruck für alle Glieder der Turmalingruppe.

Dies veranlafste mich, durch neue Versuche die älteren zu berichtigen, und es gelang, nachdem ich aufser dem schon früher gefundenen Fluor, die Gegenwart von chemisch gebundenem Wasser in allen Turmalinen erkannt hatte, das erstrebte Ziel 20 Jahre später zu erreichen und für alle Turmaline die gleiche allgemeine Grundformel zu ermitteln.

Diese Ergebnisse habe ich in der Sitzung vom 19. Juli 1869 der Akademie vorgelegt[3]) und später ausführlich mitgetheilt[4]).

Das Resultat war:

Alle Turmaline sind Drittelsilicate, d. h. isomorphe Mischungen der drei Moleküle $\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5$ — $\overset{\prime\prime}{R}{}^3SiO^5$ — $\bar{R}SiO^5$.

---

[1]) Monatsbericht 1850 S. 273.

[2]) Poggend. Ann. 80, 449 und 81, 1.

[3]) Monatsber. 1869 S. 604.

[4]) Pogg. Ann. 139, 379 und 547.

Es ward gewonnen einerseits durch die Einfügung des Wasserstoffs in die Reihe der einwerthigen Alkalimetalle, und andererseits durch die Annahme, dafs Aluminium und Bor in den Turmalinen zusammengehören. Meine Versuche sind an 32 T. angestellt.

Seitdem sind wieder 20 Jahre verflossen, in welchen die Methoden der Mineralanalyse mehrfache Verbesserungen erfahren haben. Es konnte nicht fehlen, dafs auch Andere sich mit der Untersuchung von Turmalinen beschäftigten, und dies ist in gröfserem Umfange in der neuesten Zeit geschehen. Im J. 1888 erschien eine Abhandlung von Riggs[1], in welcher die Analysen einer gröfseren Zahl (20) amerikanischer Turmaline mitgetheilt sind, und im Anfang 1889 eine solche von Jannasch und Calb[2], welche sich auf neun Turmaline erstreckt. In diesen Arbeiten sind gröfstentheils solche Turmaline behandelt, welche ich nicht untersucht habe.

Riggs behauptet, meine Angaben seien in wesentlichen Punkten unrichtig, namentlich in Betreff des Wassers und der Borsäure. Ich habe im Gegentheil, wie sich aus der Discussion ergeben wird, den Eindruck erhalten, dafs die Analysen von Riggs nicht die Hand eines geübten Mineralchemikers erkennen lassen, welcher die Schwierigkeiten der Aufgabe zu bewältigen vermag.

Jannasch, welcher irriger Weise behauptet, die Borsäure im T. sei bislang nicht direct bestimmt worden, während er wissen mufste, dafs eine solche Bestimmung von mir in 7 Fällen vorliegt[3], hat offenbar sorgfältig gearbeitet. Die Werthe von $\overset{\prime}{R}$ in der Proportion $\overset{\prime}{R} : Si$ liegen nur zwischen 5,9 und 6,4. So genau aber auch jede einzelne Analyse sein mag, so liegt schon in der Beschaffenheit des Materials die Quelle von Differenzen, welche erst übersehen und ausgeglichen werden können, wenn man, wie ich gethan, eine grofse Zahl der verschiedensten Abänderungen untersucht hat.

Wer auf die Richtigkeit und Schärfe der durch die besten Methoden erhaltenen relativen Werthe der einzelnen Bestandtheile eines Minerals

---

[1]) Am. J. of Sc. XXXV. 35.

[2]) Ber. d. D. Chem. Ges. 22, 216 (1889).

[3]) S. weiterhin das Bor der Turmaline.

so grofses Gewicht legt, dafs er meint, frühere Analysen als unvollkommen bezeichnen zu dürfen, darf auch nicht solche Überschüsse in der Gesammtmenge haben, wie sie bei Jannasch vorkommen und sich bei fluorfreien Turmalinen auf 1,32 und 1,95 p. C. belaufen. (Vgl. weiterhin die Kritik der Analysen der T. von Ohlapian und Brasilien.) Kommen solche Überschüsse auf Rechnung eines Bestandtheils oder aller? Und wie vertheilen sie sich in diesem Fall?

Auf eigene Erfahrung gestützt, halte ich die erste Alternative für wahrscheinlicher.

Nimmt man z. B. den Überschufs bei dem Turmalin von Ohlapian = 1,95 p. C. als

SiO^2	so wird	$\overset{''}{R} : Si = 1 : 1,87$	statt	1,93
AlO^3	„	$\overset{''}{R} : \bar{R} = 1 : 1,45$	„	1,5
MgO	„	$\overset{''}{R} : \bar{R} = 1 : 1,8$	„	1,5
$\overset{'}{R}, H^2O$	„	$\overset{''}{R} : \overset{'}{R} = 1 : 1$	„	1,4

Dies ändert allerdings an dem gefundenen Verhältnifs der R nicht viel. Aber es erzeugt eine Unsicherheit in dem anzunehmenden Molecular-Verhältnifs der drei Silicate, wie wir bei dem betreffenden Turmalin sehen werden.

Wir müssen hier noch der Untersuchung von drei Turmalinen von Schüttenhofen durch Scharitzer gedenken[1]), welcher das Vorkommen derselben und ihre morphologischen Eigenschaften ausführlich schildert. Sie zeichnen sich durch hohen Wassergehalt (4—4,6 p. C.) und durch ungewöhnliche Mengen von Kali aus. Die Borsäure wurde nicht direct bestimmt, und die aus der Differenz berechneten 7—8 p. C. sind offenbar zu niedrig.

Das Wasser der Turmaline.

Wie ich gezeigt habe, geben die Turmaline in der Glühhitze eine gewisse Menge Wasser, welches chemisch gebunden ist, d. h. dessen Wasserstoff sammt den Alkalimetallen die einwerthigen Elemente der T.

[1]) Groth, Zeitschrift 15, 337 (1889).

darstellt, gleichwie solches in den Glimmern und anderen Silicaten der Fall ist.[1])

Indessen treten beim Glühen gleichzeitig Fluorverbindungen aus, namentlich Fluorsilicium, welches sich mit einem Theil des Wassers umsetzt. Der wahre Wassergehalt ist mithin kleiner, als der Glühverlust.

Es standen mir bei meinen Versuchen keine Mittel zu Gebote, um die Verflüchtigung der Fluorverbindungen zu verhindern. Später hat man versucht, das Wasser direct zu bestimmen, und zwar entweder durch Glühen des Turmalins mit wasserfreiem Alkalicarbonat, oder mit Bleichromat.

Der ersten Methode haben sich Riggs und Scharitzer bedient. Hierbei möchte es schwer sein, die Anziehung von Wasser aus der Luft seitens des geglühten Alkalicarbonats zu verhindern, und es mufs vorausgesetzt werden, dafs das vorgelegte Chlorcalcium durch Erhitzen nicht basisch geworden sei, weil es sonst Kohlensäure absorbirt. Ebenso ist angenommen, dafs das Mineralpulver zuvor bei 2 — 300° getrocknet sei. Es kann mithin bei Anwendung dieser Methode der Wassergehalt leicht zu hoch ausfallen.

Jannasch[2]), welchen dies Verfahren wenig befriedigte, hat chromsaures Blei angewandt. Um richtige Resultate zu erhalten, mufs das Mineralpulver sehr fein, die Menge des Bleisalzes ziemlich grofs und die Glühhitze stark und andauernd sein.

Ich habe die aus dem Fluorgehalt berechnete Menge $SiFl^4$ vom Glühverlust abgezogen, und den Rest als Wasser betrachtet. Nach eigener Erfahrung am Glimmer wird freilich durch Glühen nur ein Theil des Fluors ausgetrieben, und darum ist der so berechnete Gehalt an Wasser etwas zu niedrig, was sich auch dadurch erkennen läfst, dafs nicht selten in der Proportion $\acute{R} : Si = 6 : 1$ die für $\acute{R}$ gefundene Zahl etwas kleiner ist.

Der wahre Wassergehalt liegt zwischen dem von mir berechneten und dem vollen Glühverlust.

---

[1]) Auch bei den Kaliglimmern wurde es mir erst durch diese Annahme möglich, sie sämmtlich auf eine einfache Formel zu beziehen.

[2]) Ber. d. chem. Ges. 22, 221 (1889).

Aber auch wenn man diesen selbst als Wasser in Rechnung setzt, ändert sich in meinen Analysen das Verhältnifs $\overset{\prime}{R}$: Si so wenig, dafs es noch immer deutlich als 6 : 1 zu erkennen ist.

Die gegen meine Wasserbestimmungen von Riggs erhobenen Einwürfe weise ich zurück, und behaupte im Gegentheil, dafs die seinigen in Folge der von ihm benutzten Methode im Allgemeinen zu hoch sind.

Das Fluor der Turmaline.

Nachdem ich seine Gegenwart erkannt hatte, bestimmte ich seine Menge in 19 Turmalinen, und fand sie sehr wechselnd, meist gering, von 0,15 p. C. an, selten auf 1 p. C. steigend. Dasselbe Resultat (0,06 bis 1,15 p. C.) ergeben die neueren Versuche. Grofsen Werth darf man übrigens auf die Zahlen nicht legen (der grüne T. aus Brasilien enthält z. B. nach Riggs 0,14 und 0,32, nach Jannasch 0,98 und 1,15 p. C.).

Gemäfs der Ansicht, welche ich über die Rolle des Fluors als Vertreters von Sauerstoff hier und in allen ähnlichen Fällen habe, kommt es bei der Berechnung nicht in Anschlag.

Das Eisen der Turmaline.

A. Mitscherlich, welcher mehrere Turmaline durch Schwefelsäure im verschlossenen Rohr zersetzte, fand in ihnen kein Eisenoxyd.

Dasselbe Resultat erhielt ich durch Schmelzen mit Borax bei Luftausschlufs und Prüfung der Lösung des Glases in Chlorwasserstoff- oder Schwefelsäure mit Permanganat.

Riggs will in einigen Turmalinen 0,31 — 1,13 p. C. Eisenoxyd gefunden haben.

Jannasch, welcher theils die Methode A. Mitscherlich's, theils die Zersetzung durch Schwefel- und Fluorwasserstoffsäure benutzte, fand aber doch in einigen eisenreichen Turmalinen eine erhebliche Menge Eisenoxyd.

Ohlapian	3,65	p. C.
Snarum	2,90	„
Tamatawe	6,68	„
Piedra blanca	3,18	„

Freilich darf nicht vergessen werden, dafs jene Methoden leicht zu Irrthümern veranlassen können, da bei Anwendung concentrirterer Schwefelsäure ein Theil Eisenoxydul sich in Oxyd verwandelt. Aus diesem Grunde und auf eigene Erfahrung gestützt, habe ich von jenen Methoden keinen Gebrauch gemacht.

Das Bor der Turmaline.

Die Bestimmung dieses charakteristischen Elements der Turmaline ist in keinem Fall leicht.

Ich habe sie an 7 T. nach der an Borax und Datolith geprüften Methode von A. Stromeyer und H. Rose durchgeführt.

Aus den Abhandlungen von Riggs und von Jannasch erhält aber der Leser den Eindruck, als seien diese meine Versuche gar nicht vorhanden, während dieselben doch Beiden bekannt sein mufsten. Gegen eine derartige wahrheitswidrige Darstellung nehme ich mein Recht in Anspruch.

Jannasch wandte Bodewig-Marignac's Verfahren, Riggs eine von Gooch empfohlene Methode an.

Sehen wir nun, welche Ergebnisse die directe Bestimmung der Borsäure geliefert hat.

Rammelsberg	(7 T.)	9,52 — 11,64 p. C.
Jannasch	(9 T.)	9,09 — 10,74 „
Riggs	(20 T.)	8,92 — 10,70 „
Andere	(4 T.)	9,40 — 10,87 „

Meine Angaben werden also durch alle neueren Versuche bestätigt, und die Behauptung, sie seien mangelhaft, ist vollkommen grundlos.

Nun habe ich in 25 T. die Borsäure aus dem Verlust berechnet, allein auch die so bestimmten Werthe, im Mittel = 9,55 p. C., kommen den direct bestimmten so nahe, dafs auch die indirecte Bestimmung durchaus nicht zu verwerfen ist.

Welche Rolle spielt die Borsäure in dem Turmalin?

Ich habe in meiner Arbeit angenommen, Thonerde und Borsäure vertreten sich als isomorphe Körper.

Dies war vor 20 Jahren eine Behauptung, ist jetzt aber eine That-

sache. Der Jeremejeit, nach Damour eine Verbindung $Al^2O^3 + B^2O^3$, von Websky krystallographisch untersucht, hat die Form des Korunds, ihre Hauptaxen sind $= 1 : 2$.

Borate und Aluminate zeigen mannichfache Analogien, Bor und Aluminium selbst stehen im System neben einander; das krystallisirte Bor, welches bis 13 p. C. Aluminium enthält, und das graphitartige sind isomorphe Mischungen $Al^m B^n$.

Ein krystallographischer Zusammenhang der Formen von

Datolith $HCaBSiO^5$

und Euklas $HBeAlSiO^5$

ist unverkennbar.

Das Atomverhältnifs B : Al in den T. ist stets ein bestimmtes und einfaches: 1 : 2 — 1 : 2,5 und 1 : 3.

Die Frage nach der constanten Zusammensetzung der einzelnen Turmaline.

Unter der Voraussetzung, dafs das untersuchte Material frei von fremden Körpern sei, ergiebt die Analyse die Zusammensetzung der analysirten Probe; wir übertragen dieselbe auf die Fundstelle des Minerals, ohne zu wissen, ob alle Krystalle von diesem Fundort gleich zusammengesetzt sind, ja ohne zu wissen, ob dies für jeden einzelnen Krystall gilt.

Vergleicht man die zahlreichen Analysen der Turmaline, so findet man, dafs eine gröfsere Anzahl von zum Theil weit entlegenen Fundstätten gleich zusammengesetzt ist, höchstens mit wechselnden relativen Mengen gewisser gleichwerthiger Elemente.

So ist in 23 T. das Atomverhältnifs $\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \bar{R} = 1 : 1 : 1{,}5$, so dafs die constituirenden Mol. $\overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5$, $\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5$ und $\bar{R}SiO^5$ im Verhältnifs 1 : 2 : 9 stehen. Es sind dies ebensowohl braune magnesiareiche T. (Windischkappel), wie die schwarzen eisenreichsten (z. B. Andreasberg).

Man darf also schliefsen, dafs jenes Molecular-Verhältnifs ein selbständiges sei.

Ebenso entsprechen die grünen T. (Brasilien, Rumford, Auburn, Schüttenhofen) mit dem Atomverhältnifs 6 : 1 : 6 dem Molecular-Verhältnifs 3 : 1 : 18.

Dies beweist, dafs Turmaline, selbst von entlegenen Fundstellen, gleiche Zusammensetzung haben.

Indessen finden sich auch an ein und demselben Ort, in demselben Gestein, Turmaline von verschiedener Zusammensetzung, gleichwie dies beim Glimmer vorkommt. Diese Verschiedenheit spricht sich schon in ihrer Färbung aus. Im Granit von Elba finden sich dunkle (scheinbar schwarze), bräunlichgrüne, hellgrüne und röthliche bis farblose Krystalle, Ihre Differenz ergiebt sich aber am deutlichsten aus der Analyse, denn es ist:

$\overset{''}{R} : \text{R}$

1 : 1,5 in dem schwarzen Turmalin
1 : 2 „ „ grünlichbraunen T.
1 : 6 „ „ hellgrünen T.
1 : 30 „ „ röthlichen T.

Scharitzer hat das geologische Verhalten dreier Turmaline aus dem Granit von Schüttenhofen beschrieben, deren entsprechende Atomverhältnisse sind:

1 : 2 im blauschwarzen T.
1 : 6 im grünen T.
1 : 18 im rothen T.

Paris, Auburn, Chesterfield liefern grüne und rothe T.

Von Dekalb untersuchte Riggs einen braunen Magnesia-Turmalin, und ich einen schwarzen, in welchem Fe : Mg = 2 : 1 ist.

Von grofsem Interesse ist das Auftreten zweier verschiedener Turmaline an einem und demselben Krystall. Manche helle Elbaer T. zeigen eine dunkelgefärbte Endigung. Die Krystalle von Paris und Chesterfield besitzen einen rothen Kern in einer grünen Hülle und umgekehrt. Ähnliches sieht man an den Krystallen von Schüttenhofen. Diese und andere analoge Erscheinungen (Vanadinit und Pyromorphit von Beresow) entsprechen den an Salzen leicht darstellbaren Überwachsungen von Krystallen isomorpher Substanzen. Sie sind immer leicht kenntlich, wenn die Farbe der einzelnen verschieden ist.

Wenn nun aber der gleiche Fall bei dunkelgefärbten undurchsichtigen Krystallen eintritt, so entscheidet die Beobachtung nicht. Wir analysiren einen anscheinend homogenen schwarzen Krystall, und erhalten ein

Atom-Verhältnifs der verschiedenwerthigen Elemente, welches nicht so einfach ist, wie es sein sollte. Wenn daher Analysen z. B. eines T. von dem nämlichen Fundort von einander abweichen, so darf daraus nicht nothwendig geschlossen werden, die eine oder andere sei nicht correct.

Beurtheilung der Analysen und ihre Berechnung.

Die Turmaline sind Silicate und folgen als solche den für die Salze geltenden Gesetzen, d. h. R und Si stehen in einem einfachen Verhältnifs zu einander. Da nun jeder T. aus isomorphen Mischungen der Silicate von $\overset{I}{R}$, $\overset{II}{R}$ und $\overset{VI}{R}$ besteht, welche auf gleicher Sättigungsstufe stehen und als isomorphe Molecüle von analoger Zusammensetzung sich zu dem Gesammt-Molecül Turmalin zusammengelagert haben, so folgt die Sättigungsstufe, d. h. das Atom-Verhältnifs R : Si, aus der Verwandlung der mehrwerthigen in ihre Äquivalente einwerthiger, und dem sich daraus ergebenden Verhältnifs $\overset{I}{R}$: Si. Dies ist für alle T. = 6 : 1; sie sind daher Drittelsilicate. In wie weit entsprechen nun die Analysen der Behauptung: in allen T. herrsche die Proportion $\overset{I}{R}$: Si = 6 : 1?

Es stehen uns hier 68 Analysen zur Verfügung von T. von 57 verschiedenen Fundorten. Das Verhältnifs $\overset{I}{R}$: Si ist in ihnen

		im Mittel
in 32	von Rammelsberg	6,0 : 1
„ 20	„ Riggs	6,3 : 1
„ 9	„ Jannasch	6,2 : 1
„ 7	„ Anderen	6,1 : 1
„ der Gesammtheit		6,15 : 1

Die Extreme sind

bei mir	5,8	und	6,3
„ Jannasch	5,8	„	6,4
„ Riggs	6,0	„	6,7
„ Anderen	5,7	„	6,3

Darf man die Proportionen 5,7 : 1 und 6,3 : 1 als zuläfsige äufserste Grenzen betrachten, so fallen meine 31 Analysen innerhalb derselben, 8 von Jannasch gleichfalls, ebenso 7 von Anderen, jedoch von Riggs nur 11

Analysen, sodafs 55 Analysen unzweifelhaft für die Proportion 6 : 1 sprechen. Es sind also nur eine Analyse von Jannasch und 9 von Riggs, welche darüber hinausgehen, nämlich

6,4 in 6 Anal., darunter 5 von Riggs,
6,5 „ 3 „ von Riggs,
6,7 „ 1 „ „ „

Ist es nun wohl im Geringsten wahrscheinlich, dafs diese 10 Turmaline basischer seien als die 55 übrigen? Die Natur des Materials, die Analysen selbst, insbesondere die sicherlich zu hohe Wasserbestimmung mögen hier mitgewirkt haben.

Das von mir vor 20 Jahren ausgesprochene Resultat der eigenen Arbeiten ist mithin durch die neueren bestätigt.

Unstreitig gehört die Analyse der Turmaline zu den schwierigeren Aufgaben, und sie ist kein Thema für Anfänger. Riggs versichert, seine Methoden verbürgten eine gröfsere Genauigkeit als die früheren (d. h. die meinigen), allein seine Resultate lassen den Unterschied zwischen Wissen und Können deutlich wahrnehmen. Von seinen Analysen sind, dem oben Angeführten zufolge, 9 oder mindestens 4 zu verwerfen, während nur eine einzige Analyse Jannasch's in diese Kategorie gehören würde.

Recht deutlich tritt bei den grünen brasilianischen Turmalinen der die meisten Riggs'schen Analysen kennzeichnende Überschufs der R hervor, denn 3 Analysen von mir und von Jannasch ergeben $\overset{\prime}{R}$: Si = 6,0 : 1 und 6,1 : 1, während die von Riggs 6,3 : 1 liefern. Und während in jenen B : Al stets = 1 : 3 ist, gleichwie in den rothen Turmalinen, bleibt man bei Riggs unsicher, ob beide nicht = 1 : 2,5 seien, wofür die Analysen meist mehr sprechen.

Wenn man mit Riggs versichert, die besten Trennungsmethoden benutzt zu haben, so ist dies für die Mehrzahl der Elemente ohne Bedeutung, da die für Si, Al, Fe, Mg, Ca und die Alkalien in Anwendung kommenden sich in neuerer Zeit nicht wesentlich geändert haben. Es bleiben also nur die Bestimmung des Wassers und der Borsäure, wo-

rin Riggs einen Vorzug seiner Arbeit vor der meinigen erblicken kann. Nun ist aber gerade seine Bestimmung des Wassers, wie im Vorhergehenden gesagt wurde, sehr anfechtbar (auch Jannasch mochte sie nicht benutzen), und die der Borsäure führt auch zu keinem wesentlich anderen Resultat als die meinige.

Man darf überhaupt nie vergessen, dafs selbst die sorgfältigste Analyse eines einzelnen Turmalins keinen Aufschlufs über die ganze Gruppe gibt, und dafs erst die Untersuchung einer gröfseren Zahl erforderlich ist, um die Fehler der einzelnen, die in der Analyse und in der Beschaffenheit des Materials liegen, zu erkennen und so das Gesetz zu finden, welches die chemische Natur aller Glieder beherrscht. Aus diesem Grunde hatte ich meine Arbeit auf 31 T. ausgedehnt, und war zu einem einfachen Endresultat gelangt.

Die Elemente der Turmaline sind

einwerthige $\overset{\prime}{R} = H, K, Na, Li$,
zweiwerthige $\overset{\prime\prime}{R} = Mg, Ca, Fe, Mn$,
sechswerthige $\cancel{R} = \cancel{B}, \cancel{Al}, \cancel{Fe}, \cancel{Cr}$.

Zwischen diesen drei verschiedenwerthigen Elementen (d. h. isomorphen Mischungen derselben) besteht ein einfaches Atomverhältnifs, und es zeigt sich, dafs die häufigsten und am meisten verbreiteten T. gerade solche sind, in denen jenes Verhältnifs ein sehr einfaches ist.

Die allgemeine Turmalinformel ist:

$$\left\{\begin{array}{l} X\overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ Y\overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ Z\cancel{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

Je nach dem Verhältnifs X : Y : Z zerfallen die T. in 9 Reihen, die nachstehend im Allgemeinen charakterisirt sind.

I. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \text{R} : Si$
1 : 2 : 6	1 : 1 : 1 : 1,5

Es sind nur wenige Turmaline, welche in diese Reihe gehören, vor allen die schönen braunen Krystalle von Gouverneur, N. Y., welche ich vor kurzem abermals untersucht habe. Es ist dies ein fast eisenfreier Magnesia-Turmalin, der im reinsten Zustande nur sehr wenig Kalk enthält. Manche Krystalle sind freilich nicht so rein und oft mit einem Tremolit verwachsen, dessen Analyse ich früher mittheilte. Die Analyse einer derben Abänderung von Riggs gab dasselbe Resultat, schliefst aber 2,8 p. C. Kalk ein.

Ferner gehören hierher zwei eisenarme aber gleichfalls kalkreiche Magnesia-Turmaline von Dekalb, N. Y., und von Hamburgh, N. Y., welcher letztere jedoch ein unreines Material zu sein scheint.

Als einziger Eisen-Magnesia-Turmalin steht hier der Turmalin von Pierrepont.

In allen ist B : Al = 1 : 2 (Mittel 1 : 1,9).

II. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \text{R} : Si$
1 : 2 : 9	1 : 1 : 1,5 : 2

Diese Reihe ist die gröfste, denn sie zählt 23 Repräsentanten, von denen ich selbst 18 untersucht habe.

Auch hier treffen wir einen fast eisenfreien Magnesia-Turmalin, den von Windischkappel, welchen ich früher für gleich dem T. von Gouverneur gehalten habe. Er enthält jedoch, wie ich durch kürzlich wiederholte Analysen gefunden habe, mehr Thonerde und weniger Magnesia, so dafs bei ihm $\overset{II}{R} : \text{R} = 1 : 1{,}5$, bei Gouverneur $= 1 : 1$ ist.

Es folgt dann eine Reihe Eisen-Magnesia-Turmaline, meist scheinbar schwarz, in welchen Fe : Mg von 1 : 7 bis 7,5 : 1 variirt.

In allen ist B : Al = 1 : 2 (Mittel = 1 : 2,1), also auch Al : Si = 1 : 2.

III. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \text{R} : Si$
1 : 1 : 6	2 : 1 : 2 : 2,66
	(3 : 4)

Hier sind 15 Turmaline zusammengestellt, äufserlich entweder schwarz oder blauschwarz, oft blau durchscheinend. Sie sind im Ganzen reicher an Eisen als die früheren, denn Fe : Mg ist = 1 : 1 bis 14 : 1.

B : Al ergibt sich nur in einzelnen Fällen = 1 : 2, selbst = 1 : 3, sonst nahe = 1 : 2,5.

IV. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \text{R} : Si$
1 : 1 : 9	2 : 1 : 3 : 3,66
	(9 : 11)

Hier steht nur der Chrom-Turmalin von Syssersk, in welchem Cr : B : Al = 1 : 2 : 4 und Fe : Mg = 1 : 3 ist.

V. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \text{R} : Si$
3 : 1 : 18	6 : 1 : 6 : 7,33
	(9 : 11)

Grüner Turmalin.

Es lassen sich hier 12 Analysen zusammenstellen, welche offenbar die allgemeine gleiche Zusammensetzung der grünen T. erweisen. Denn

die Formel verlangt:	das Mittel der Analysen ist:
$\overset{\prime}{R}$: Si = 6 : 1	6,15 : 1
R : Si = 1 : 1,22	1 : 1,20
$\overset{\prime\prime}{R}$: R = 1 : 6	1 : 6,2

Hauptsächlich sind es die grünen T. aus Brasilien, welche, mögen sie nun von demselben Fundort oder nicht herstammen, nahe gleich zusammengesetzt sind (Fe : Mg = 4 : 1 bis 6 : 1). Aber während eine Analyse von mir und zwei von Jannasch B : Al = 1 : 3 ergeben, hat Riggs

1 : 2,7 und selbst 1 : 2,5 in Auburn und Rumford. — In den Turmalinen von Campo longo, Elba, Paris und Schüttenhofen ist aber B : Al = 1 : 3.

VI. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{\prime}{\mathrm{R}} : \overset{\prime\prime}{\mathrm{R}} : \bar{\mathrm{R}} : \mathrm{Si}$
3 : 1 : 27	6 : 1 : 9 : 10,33
	(27 : 31)

Nur dem schönen rothen Turmalin von Schaitansk vermag ich diese Formel zu geben. Er enthält kein Eisen, sondern Mangan (Mn : Mg, Ca = 1 : 2,5) und B : Al = 1 : 3.

VII. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{\prime}{\mathrm{R}} : \overset{\prime\prime}{\mathrm{R}} : \bar{\mathrm{R}} : \mathrm{Si}$
6 : 1 : 36	12 : 1 : 12 : 14,33
	(36 : 43)

Der rothe Turmalin von Paris, M., welcher mit grünem verwachsen ist, und ein von Riggs untersuchter grünlicher bis farbloser T. von Auburn, ersterer eisenfrei, lassen sich auf diese Formel beziehen. B : Al fand ich im ersteren = 1 : 3, während beide im letzteren nach Riggs = 1 : 2,6 sind.

VIII. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{\prime}{\mathrm{R}} : \overset{\prime\prime}{\mathrm{R}} : \bar{\mathrm{R}} : \mathrm{Si}$
9 : 1 : 54	18 : 1 : 18 : 21,33
	(27 : 32)

Der rothe Turmalin von Schüttenhofen, der gleichfalls mit grünem verwachsen ist, nach Scharitzer, und ein röthlicher bis farbloser, an den Rändern grünlicher aus Brasilien, nach Riggs, sind hier zusammengestellt. Die $\overset{\prime\prime}{\mathrm{R}}$ in beiden sind Fe, Mn und Ca, und B : Al ist = 1 : 3.

Wahrscheinlich gehört hierher auch der rothe T. von Rozena, welcher indessen schon theilweise in Lithionglimmer (Lepidolith) verwandelt ist, was schon sein hoher Kaligehalt verräth.

IX. Reihe.

X : Y : Z	$\overset{'}{R} : \overset{''}{R} : \text{R} : Si$
15 : 1 : 90	30 : 1 : 30 : 35,33
	(45 : 53)

Der schöne schwachröthliche Turmalin von Elba, nur Mn und Mg enthaltend, und ein von Riggs untersuchter derber rother von Rumford, in welchem Fe, Mn und Ca, bilden diese letzte, an $\overset{''}{R}$ ärmste Reihe. Auch in ihnen ist B : Al = 1 : 3.

Die Reihen VI — IX, jede nur von wenigen Gliedern gebildet, sind zwar den Thatsachen möglichst gut angepafst, lassen sich aber durch diese nicht mit der Sicherheit begründen, wie die übrigen. In der Form, in welcher sie angenommen sind, treten jedoch gewisse Beziehungen der einzelnen Reihen zu einander deutlich hervor.

Die Mol. X und Z sind entweder = 1 : 6 oder = 1 : 9, und es ist

I	$(X+6Z)+2Y$	II	$(X+9Z)+2Y$
III	$(X+6Z)+Y$	IV	$(X+9Z)+Y$
V	$3(X+6Z)+Y$	VI	$3(X+9Z)+Y$
VII	$6(X+6Z)+Y$		
VIII	$9(X+6Z)+Y$		
IX	$15(X+6Z)+Y$		

In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht der einzelnen Reihen gegeben.

Die vorliegende Arbeit hatte den Zweck, die neueren Analysen der Turmaline in ihren Resultaten mit meinen älteren zu vergleichen. Indem ich diese durch wiederholte Versuche mit den T. von Gouverneur, Windischkappel und Pierrepont ergänzte, bin ich zu der Überzeugung gelangt, dafs die neueren Arbeiten Anderer keine Änderung meiner Resultate herbeiführen. Jannasch hat in seiner Formel gleich mir die Turmaline als Drittelsilicate anerkannt.

Es muſs dies umsomehr hervorgehoben werden, als man andererseits auf die nicht correcten Analysen von Riggs Formeln gegründet hat, in denen zugleich das Gesetz der muliplen Proportionen miſsachtet ist. Solche Formeln, wie sie Wülfing, Scharitzer und V. Goldschmidt vorgeschlagen haben, können nicht in Betracht kommen.

Übersicht der Turmalinreihen.

$\acute{R}$: Si und B : Al sind die gefundenen Werthe. — Fe schließt oft Mn ein, Mg ebenso Ca. Ihr Verhältniß ist das nächst einfachste, aus den Analysen abgeleitete.

C bedeutet Cossa,
E „ Engelmann,
J „ Jannasch,
R „ Rammelsberg,
Rs „ Riggs,
Sa „ Scharitzer,
So „ Sommerlad,
Sw „ Schwarz.

Nr.			$\acute{R}$: Si	B : Al	Fe : Mg
			I. X : Y : Z = 1 : 2 : 6		
1	Gouverneur, kryst.	R	5,95 : 1	1 : 2,1	0
	„ derb.	Rs	6,03	1,77	0
2	Dekalb	Rs	6,4	1,9	0
3	Hamburgh	Rs	6,7	1,87	0
4	Pierrepont	R	6,0	1,96	1 : 2,33
	„	Rs	6,2	1,7	
			II. X : Y : Z = 1 : 2 : 9		
5	Windischkappel	R	6,1 : 1	1 : 2,0	0
6	Orford	R	5,9	2,3	1 : 7
	„	Rs	6,4	2,18	
7	Zillerthal	R	6,08	2,0	1 : 6
8	Texas	R	5,9	2,1	

Nr.			$\overset{\prime}{R}$: Si	B : Al	Fe : Mg
9	Eibenstock	R	5,9 : 1	1 : 2,3	1 : 5
10	Mourse	R	6,06	2,15	
	"	Rs	6,1	2,3	
11	Godhamb	R	5,8	2,26	1 : 4
12	Havredal	R	6,0	2,3	1 : 2,5
13	Snarum	J	6,2	2,0	
14	Ohlapian	J	6,3	2,1	1 : 2,66
15	Gotthard	R	5,84	2,1	1 : 2
16	Nantic Gulf	Rs	6,4	2,0	
17	Tamatawe	J	5,8	1,87	1 : 2
18	Haddam	R	5,8	2,4	
	"	Rs	6,3	2,15	1,5 : 1
19	Ramfossen	R	5,8	2,3	1 : 1,5
20	Elba, schwarz	R	5,6	2,2	1 : 1,25
21	Unity	R	5,9	2,4	1 : 1
22	Krummau	R	6,0	2,5	1,5 : 1
23	Langenbielau	R	5,8	2,0	
24	Dekalb	R	5,8	2,2	2 : 1
25	Bovey Tracy	R	5,9	1,84	3 : 1
26	Krumbach	R	6,0	2,4	3,5 : 1
27	Andreasberg	R	6,0	2,1	7,5 : 1
	III. X : Y : Z = 1 : 1 : 6				
28	Tamaya	Sw	6,2 : 1	1 : 2,0	1 : 1
29	Stony Point	Rs	6,4	2,2	
30	Mount Bischoff	So	6,0	2,4	
31	Piedra blanca	J	6,4	2,25	1,5 : 1
32	Brasilien, schwarz	Rs	6,4	2,35	3,5 : 1
33	Paris, schwarz	Rs	6,3	{ 2,66 2,77	
34	S. Pietro, Elba, schwarz	R	5,9	2,56	4 : 1
35	Mursinsk	J	6,3	2,65	5 : 1
36	Alabaschka	J	6,3	2,28	
	"	R	5,8	2,8	
37	Sarapulsk	R	5,8	2,25	
38	Saar	R	6,0	2,0	
39	Auburn, schwarz	Rs	6,5	2,4	6,5 : 1
40	Schüttenhofen, blauschw.	Sa	6,2	3,0	9 : 1
41	Goshen	R	6,2	2,1	11 : 1
42	Buchworth	J	6,1	2,83	14 : 1

Nr.			R' : Si	B : Al	Fe : Mg
	IV. X : Y : Z = 1 : 1 : 9				
43	Syssersk	C	6,07 : 1	1 : 2,2 (Cr : B = 1 : 2)	1 : 3
	V. X : Y : Z = 3 : 1 : 18 (Grüner Turmalin)				
44	Paris, grün	Rs	6 : 1	1 : 3,2	1,3 : 1
45	Campo longo	E	5,74	2,8	3 : 1
46	Elba, grün	R	6,1	3,8	} 5 : 1
47	Brasilien	R	6,0	3,08	}
48	„ I.	J	6,1	2,8	} 4 : 1
49	„ II.	J	6,1	3,0	}
50	„ , blass	Rs	6,3	2,7	} 6 : 1
51	„ , olivengrün	Rs	6,3	2,67	}
52	Auburn, hell	Rs	6,3	2,47	6 : 1
53	„ dunkel	Rs	6,3	2,5	16 : 1
54	Rumford	Rs	6,3	2,6	0
55	Schüttenhofen, blaugrün	Sa	6,3	3,0	
56	Chesterfield, grün				
	VI. X : Y : Z = 3 : 1 : 27				
57	Schaitansk, roth	R	6,2 : 1	1 : 3,0	Mn 1 : 2,5
	VII. X : Y : Z = 6 : 1 : 36				
58	Paris, roth	R	6,3 : 1	1 : 2,9	1,5 : 4
59	Auburn, grünlich u. farblos	Rs	6,2	2,66	Fe 5 : 1
	VIII. X : Y : Z = 9 : 1 : 54				
60	Schüttenhofen, roth	Sa	6,08 : 1	1 : 3,0	1 : 1
61	Brasilien, röthlich u. farblos	Rs	6,5	2,9	2 : 1
62	Rozena (z. Th. in Glimmer verwandelt)	R			
	IX. X : Y : Z = 15 : 1 : 90				
63	Elba, röthlich u. farblos	R	6,1 : 1	1 : 3,15	Mn 2,5 : 1
64	Rumford, roth, derb	Rs	6,5	2,96	Fe, Mn : Ca 1 : 1,5

Berechnung der einzelnen Analysen.

Reihe I No. 1—4
„ II „ 5—27
„ III „ 28—42
„ IV „ 43
„ V „ 44—56
„ VI „ 57
„ VII „ 58—59
„ VIII „ 60—62
„ IX „ 63—64

1. Gouverneur, S. Lawrence Co., N. Y.

Rammelsberg.

Schöne braune flächenreiche Krystalle, durchsichtig, Pulver gelblichweifs, V. G. 3,049.

Früher untersuchte waren mit Tremolit verwachsen, den ich bereits (Pogg. Ann. 80,469) analysirt habe. Zu meinen letzten Versuchen diente ein sehr reiner Krystall, der von Kalkspath begleitet war.

Dieser T. schmilzt in der Hitze leicht unter Aufschwellen zu einem blasigen Email.

	$\acute{R}:Si$	$\acute{R}:\acute{\acute{R}}:\mathrm{R}:Si$
Gefunden	5,95 : 1	0,8 : 1 : 1,0 : 1,49
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1 : 1,5

Drittelsilicate

$$\left\{\begin{array}{l} \acute{R}^6 SiO^5 \\ 2\acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 6\mathrm{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

Er ist ein fast reiner Magnesia-Turmalin, der nur sehr wenig Fe (vielleicht als Oxyd) und Ca enthält.

B : Al = 1 : 2 (gef. = 1 : 2,1).

Dann mufs, der Formel gemäfs, Al : Si = 1 : 2,25 sein. Die Analyse gibt 1 : 2,18. $\acute{R}$: H ist = 1 : 6.

	Berechnet	Gefunden		
			früher	
SiO^2	38,55	38,59	38,90	39,05
AlO^3	29,12	30,09	30,47	31,08
BO^3	10,00	[9,79]		
MgO	17,13	17,32[1])	16,60[1])	16,43[1])
Na^2O	1,90	1,50[2])		
H^2O	3,30	2,71		
	100	100		

Als H^2O ist der Gewichtsverlust des Pulvers beim Glühen unter einer Schicht Ätzkalk angenommen. An und für sich betrug er 3,19 p. C.

Zu demselben Resultat führt die Analyse eines derben Turmalins von Gouverneur, welche Riggs mittheilt.

	Gefunden		
TiO^2	1,19	= SiO^2	38,29
SiO^2	37,39		
AlO^3	27,79		
BO^3	10,73		
MgO	14,09	= MgO	16,48
CaO	2,78		
FeO	0,73		
Na^2O	1,72	= Na^2O	1,82
K^2O	0,16		
H^3O	3,77	d. Diff.	3,42
	100,35		

Hier ist B : Al = 1 : 1,8.

2. Dekalb, N. Y.

Riggs.

Farblose (?) und bräunliche Krystalle in Kalkspath mit Einschlüssen von Quarz und Rutil. V. G. 3,085.

1) Einschliefslich der Äq. von 0,89 CaO und 1,08 FeO.

2) Desgl. von 0,27 K^2O.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \text{R} : Si$
Gefunden	6,4 : 1	1,0 : 1 : 1,0 : 1,4
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1 : 1,5

B : Al = 1 : 2 — Fe, Mg : Ca = 6 : 1 (Mg : Ca = 5,5 : 1) — Na : H : 1 : 7.

	Gefunden	Berechnet
SiO^2	36,88	38,21
AlO^3	28,87	28,88
BO^3	10,46	9,92
FeO	0,52	
MgO	14,53	14,43
CaO	3,70	3,57
Na^2O	1,51	1,65
H^2O	3,56	3,34
	100,03	100
Fl	0,50	

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 6\text{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

Durch hohen Kalkgehalt ausgezeichnet. Auf Fe kommen 25 Mg, Ca.

3. Hamburgh, N. J.

Riggs.

Braune Krystalle in Kalkspath, reich an Einschlüssen schwarzer Blättchen.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \text{R} : Si$
Gefunden	6,7 : 1	0,8 : 1 : 0,9 : 1,2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1 : 1,5

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg : Ca = 1 : 30 : 7,5 (Mg : Ca = 4 : 1) — Na : H = 1 : 6.

Unter allen Analysen von Turmalin steht diese mit dem Atomverhältniſs 6,7 : 1 allein. Die Beschaffenheit des Materials gleichwie der

hohe Kalkgehalt lassen schliefsen, dafs die untersuchte Substanz nicht rein war. Wir setzen deshalb eine Correction, gemäfs der Proportion 6 : 1, hinzu.

	Gefunden		Corrigirt	Berechnet
TiO^2	0,65			
SiO^2	35,25		38,88	38,00
AlO^3	28,49		28,07	28,69
BO^3	10,45		10,17	9,85
FeO	0,86			
MgO	14,58		14,09	13,56
CaO	5,09		5,00	4,72
Na^2O	0,98	1,38	0,92	1,96
K^2O	0,18	Na^2O	—	—
H^2O	3,02	(3,18)	2,67	3,23
	99,55		100	100
Fl	0,78			

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 6R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

4. Pierrepont, N. Y.

Rammelsberg.

Riggs.

Grofse schwarze Krystalle V. G. 3,08 (Riggs), Pulver grau. Schmilzt unter Aufblähen zu einer schwarzen Schlacke.

	$\overset{\prime}{R}$: 1	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden Rg	6,0 : 1	0,95 : 1,07 : 1 : 1,5
Riggs	6,2 : 1	1 : 1,1 : 1 : 1,5
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1 : 1,5

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 6R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg : Ca = 3 : 6 : 1 — Na : H = 1 : 6.

	Berechnet	Gefunden	
		Rammelsberg	Riggs
SiO^2	36,78	36,64	36,02[1]
$\overline{Al}O^3$	27,79	27,18	25,29
$\overline{B}O^3$	9,54	[9,55]	10,00
FeO	8,83	9,08	8,58
MgO	9,81	10,13	11,07
CaO	2,29	2,91	3,31
Na^2O	1,81	1,50	1,51
K^2O	—	Spur	0,20
H^2O	3,15	3,01	3,34
	100	100	99,32
			Fl 0,27

Beide Analysen stimmen bis auf die Thonerde, welche Riggs um 2,5 p. C. zu niedrig gefunden hat (nach ihm wäre B : Al = 1 : 1,75 statt 1 : 2).

Ein besonderer Versuch durch Schmelzen mit Borax gab 9,06 p. C. FeO.

Dies ist der einzige Eisen-Magnesia-T. dieser ersten Reihe.

5. Windischkappel, Kärnthen.

Rammelsberg.

Dieser Turmalin, als dessen Fundort auch Dobrova genannt wird, erscheint in einzelnen prismatischen, zuweilen mit Endflächen versehenen Krystallen von grünlichbrauner Farbe, welche durchscheinend und nur hier und da von weifsen Glimmerschüppchen begleitet sind. Sein V. G. ist 3,035 und sein Pulver fast weifs. In der Hitze verhält er sich wie der T. von Gouverneur.

	$\overset{I}{R}$: Si	$\overset{I}{R}$: $\overset{II}{R}$: $\overline{R}$: Si
Gefunden	6,1 : 1	1,3 : 0,97 : 1,5 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

[1]) Worin 0,55 TiO^2.

Drittelsilicate

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6\,SiO^5 \\ 2\,\overset{\prime\prime}{R}{}^3\,SiO^5 \\ 9\,\bar{R}\,SiO^5 \end{array}\right\}$$

$B : Al = 1 : 2 — \overset{\prime}{R} : H = 1 : 4.$

	Berechnet	Gefunden
SiO^2	38,64	38,48
$\bar{Al}O^3$	32,87	32,90
$\bar{B}O^3$	11,28	11,15
MgO	12,89	12,32[1]
Na^2O	2,00	2,72[2]
H^2O	2,32	3,00
	100	100,57
		Fl 0,64

Da $B : Al = 1 : 2$, so mufs $\bar{Al} : Si$ ebenfalls $= 1 : 2$ sein. Gefunden ist 1 : 1,99.

Ich habe lange geglaubt, die beiden (fast eisenfreien) Turmaline von Gouverneur und von Windischkappel seien gleich zusammengesetzt. Deshalb habe ich beide vor kurzem von neuem untersucht.

Das Mittel von 6 Bestimmungen der SiO^2 ist 38,12, das von 7 Bestimmungen der $\bar{Al}O^3$ 33,90. Zur Berechnung diente das Maximum jener und das Minimum dieser.

Der T. von Gouverneur hatte im Mittel 38,84 SiO^2, aber nur 30,55 $\bar{Al}O^3$ ergeben.

Vor allem tritt die Verschiedenheit beider T. in ihrem Gehalt an MgO hervor, welche bei Windischkappel im Mittel von 8 Bestimmungen 11,22, bei Gouverneur aber 15,44 p. C. beträgt. Diese Differenz hat zur Folge, dafs $\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \bar{R} : Si$ bei G. $= 1 : 1 : 1 : 1{,}5$, bei W. $= 1 : 1 : 1{,}5 : 2$ ist.

Das Wasser = 3,00 p. C. ist durch Glühen des Pulvers mit Kalk bestimmt. Letzteres erleidet natürlich in Folge des Fluorgehalts einen gröfsere Verlust, der über dem Gebläse bis 3,8 p. C. stieg.

[1]) Worin die Aeq. von 0,72 CaO und 0,97 FeO.

[2]) Desgl. von 0,48 K^2O.

6. Orford, N. H.

Rammelsberg.

Braunschwarz, V. G. 3,068. Gelbbraun durchscheinend. Schmilzt zu weifser oder hellgrauer blasiger Schlacke.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \bar{R}$: Si
Gefunden	5,9 : 1	1,1 : 1 : 1,4 : 2,0
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

Offenbar denselben Turmalin untersuchte Riggs, welcher jedoch $\overset{\prime}{R} : Si = 6,4 : 1$ fand. Der Grund ist ein zu grofser Gehalt an Wasser = 3,78 p. C. Reducirt man denselben, so dafs $\overset{\prime}{R} : Si = 6 : 1$, so ist auch hier:

$$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \bar{R} : Si = 1,0 : 1 : 1,5 : 1,9.$$

Beide Analysen geben ferner:

$$B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg, Ca = 1 : 7 — Na : H = 1 : 6.$$

	Gefunden		Berechnet
	Rg	Rs	
SiO^2	38,33	37,23	38,32
$\bar{Al}O^3$	33,15	33,36	32,59
$\bar{B}O^3$	9,86	10,44	11,17
FeO	2,88	2,52	2,87
MgO	10,89	10,51 }	11,18
CaO	0,77	1,07 }	—
Na^2O	1,52	2,60	2,41
H^2O	2,81	2,27	2,46
	100,21	100	100

$$\left\{ \begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\bar{R}\ SiO^5 \end{array} \right\}$$

7. Zillerthal, Tyrol.

8. Texas, Penns.

Rammelsberg.

Zillerthal. Dünne schwarze Prismen; Dichroismus, parallel der Hauptaxe grün, senkrecht röthlichbraun durchsichtig. V. G. 3,054. Schmilzt an d. L. zu weifser schaumiger Masse.

Texas. Sehr dünne grünschwarze Prismen. V. G. 3,043. Verhält sich wie der vorige.

		$\overset{\prime}{R} : Si$	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \overline{R} : Si$
Gefnnden	Zillerthal	6,08 : 1	1,3 : 1,0 : 1,48 : 2
	Texas	5,9 : 1	1,2 : 0,9 : 1,5 : 2
Angenommen		6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\overline{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

$B : Al = 1 : 2$ — $Fe : Mg, Ca = 1 : 6$ — $\overset{\prime}{R} : H = 1 : 4$.

	Berechnet	Gefunden Zillerthal	Gefunden Texas
SiO^2	38,10	37,94	38,45
$\overline{Al}O^3$	32,40	31,66	32,66
$\overline{B}O^3$	11,10	[11,08]	[10,47]
FeO	3,26	2,80	3,07
MnO		0,36	—
MgO	10,84	10,46	9,11
CaO		0,16	0,71
Na^2O	2,00	2,13	2,00
K^2O		0,37	0,73
H^2O	2,30	3,04	2,80
	100	100	100
Fl		0,36	
Glühverlust		3,54	3,30

Die Thonerde in Texas ist nach der Proportion $\overline{Al} : Si = 1 : 2$ berechnet. Die Analyse hatte zuviel (34,56) gegeben.

9. Eibenstock, Sachsen.
10. Monroe, Conn.
Rammelsberg.
Riggs.

Eibenstock. Concentrisch gruppirte feine Prismen, schwarzgrün, röthlich und grün durchsichtig. V. G. 3,034. Schmilzt zu gelblichweisser blasiger Masse. Rg.

Monroe. a) Grofse schwarze Krystalle, rothbraun durchscheinend. V. G. 3,068. Verhält sich wie der vorige. Rg. — b) Riggs.

		$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	Eibenstock	5,9 : 1	1,2 : 1,1 : 1,4 : 2
	Monroe a) Rg.	6,06 : 1	1,2 : 1,1 : 1,46 : 2
	b) Rs.	6,1 : 1	1,5 : 0,9 : 1,47 : 2
Angenommen		6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \acute{R}^6 SiO^5 \\ 2\acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 9R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg, Ca = 1 : 5 — $\acute{R}$: H = 1 : 5.

	Berechnet	Gefunden		
		Eibenstock	Monroe	
			a.	b.
SiO^2	38,10	37,75	37,30	37,62
AlO^3	32,36	30,86	31,71	32,84
BO^3	11,11	[9,14]	[10,13]	9,86
FeO	3,81	4,36	4,07	3,80
MgO	10,58	11,62	9,90	8,36
CaO		0,88	1,81	1,81
Na^2O	1,64	2,27	1,82	1,92[1])
K^2O		0,30	0,44	
H^2O	2,40	2,82	2,82	3,79
	100	100	100	100
Glühverlust		3,50	3,32	

[1]) Der Überschufs der Analyse = 0,9 p. C. ist hier von den gefundenen 2,82

11. Godhaab, Grönland.

Rammelsberg.

Schwarzgrünlich und röthlich durchscheinend. V. G. 3,072. In der Hitze gleich den vorigen.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: $\not{\mathrm{R}}$: Si
Gefunden	5,8 : 1	1,17 : 1,07 : 1,5 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\not{\mathrm{R}}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2,3 (1 : 2) — Fe : Mg = 1 : 4 — Ca : Mg = 1 : 11 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,70		37,75
$\not{\mathrm{Al}}O^3$	32,33		32,09
$\not{\mathrm{B}}O^3$	[9,75]		11,01
FeO	4,42		4,53
MgO	9,51		9,23
CaO	1,25		1,17
Na^2O	2,00	2,28	1,95
K^2O	0,43	Na^2O	—
H^2O	2,61		2,27
	100		100

Die Thonerde war direct = 34,26 gefunden. Sie ist hier nach Si : $\not{\mathrm{Al}}$ = 2 : 1 corrigirt.

Glühverlust 3,11 p. C.

12. Havredal bei Krageröe.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,107. Röthlichbraun durchscheinend. Schmilzt zu hellgrauer blasiger Schlacke.

Na^2O abgezogen. Auch in meiner Analyse von Monroe ist die SiO^2 (gefunden 39,0) nach der Proportion $\not{\mathrm{Al}}$: Si = 1 : 2 corrigirt.

	$\overset{\prime}{R} : Si$	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \overset{\text{VI}}{R} : Si$
Gefunden	6,0 : 1	1,1 : 1,18 : 1,4 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{ \begin{array}{l} \overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 9 \overset{\text{VI}}{R} SiO^5 \end{array} \right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 1 : 2,5 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,11		37,45
$\overset{\text{VI}}{Al}O^3$	31,26		32,01
$\overset{\text{VI}}{B}O^3$	[9,29]		10,95
FeO	7,58		6,39
MgO	9,43	10,00	9,00
CaO	0,80	MgO	—
Na^2O	1,78	1,99	1,94
K^2O	0,32	Na^2O	—
H^2O	2,43		2,26
	100		100

Glühverlust 2,93 p. C.

13. Snarum, Norwegen.

Jannasch.

Schwarz. V. G. 3,134.

Die Analyse mit ihren 1,32 p. C. Überschufs hat $\overset{\prime}{R} : Si = 6,2 : 1$ und $\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} = 1,4 : 1$ gegeben. Reducirt man den Wassergehalt auf 1,86 p. C., so ist $\overset{\prime}{R} : Si = 6 : 1$ und

$$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \overset{\text{VI}}{R} : Si$$
$$1,05 : 1,05 : 1,4 : 2 = 1 : 1 : 1,5 : 2$$

Fe : $\overset{\text{VI}}{B}$: Al = 1 : 8 : 16 — Fe : Mg, Ca = 1 : 2,5 — Ca : Mg = 1 : 7 — Na(K) : H = 1 : 2.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,22[1])		36,73
$\text{Al}O^3$	29,41		29,97
$\text{B}O^3$	9,93		10,30
$\text{Fe}O^3$	2,90		2,94
FeO	6,56		6,25
MgO	8,00		7,70
CaO	1,65		1,53
Na^2O	3,03	3,13	2,74
K^2O	1,16	Na^2O	—
H^2O	1,86		1,84
	100,72		100

Auch dieser T. entspricht

$$\left\{\begin{array}{l} \acute{R}^6 SiO^5 \\ 2\,\acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 9\,\text{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

und ist dem von Ramfossen höchst ähnlich, vielleicht identisch.

14. Ohlapian, Siebenbürgen.

Jannasch.

Schwarz. V. G. 3,084. Die Analyse zeigt 1,95 p. C. Überschufs.

	$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	6,3 : 1	1,4 : 1 : 1,5 : 1,9
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

Fe : B : Al = 1 : 6 : 12 — Fe : Mg, Ca = 1 : 2,66 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,55[2])		36,70
$\text{Al}O^3$	30,79		30,15
$\text{B}O^3$	9,84		9,63
$\text{Fe}O^3$	3,65		3,88
FeO	5,46		6,01
MgO	8,12		7,77
CaO	1,54		1,57
Na^2O	2,53	2,71	1,90
K^2O	0,27	Na^2O	—
H^2O	3,20		2,39
	101,95		100

[1]) Worin 1,1 TiO^2. [2]) Worin 0,86 TiO^2.

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 9\text{R} SiO^5 \end{array}\right\}$$

Der fast 2 p. C. betragende Überschufs findet bei Jannasch keine Erklärung. Der Vergleich von Versuch und Rechnung macht es wahrscheinlich, dafs die Alkalien und das Wasser zu hoch bestimmt worden sind.

Dieser T. beweist, dafs im T. auch gröfsere Mengen FeO³ vorkommen. Nach der Analyse ist

Al : Si = 1 : 2,0	B : Al = 1 : 2,14
Fe, Al : Si = 1 : 1,9	B : Al, Fe = 1 : 2,3

---

15. Gotthard.

Rammelsberg.

16. Nantic Gulf, Baffinsland.

Riggs.

Gotthard. Schwarze dünne, braun durchscheinende Prismen. V. G. 3,055. Schmilzt unter starkem Aufblähen zu braungelbem Email.

Nantic Gulf. Schwarz. V. G. 3,09.

		$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden			
	Gotthard	5,84 : 1	1,1 : 0,95 : 1,43 : 2
	Nantic G.	6,4 : 1	1,6 : 1,2 : 1,5 : 2
Angenommen		6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 9\text{R} SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg, Ca = 1 : 2 — Ca : Mg = 1 : 8 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 6.

	Berechnet	Gefunden		
		Gotthard	Nantic Gulf	
				Corrigirt
SiO^2	37,46	38,00	35,74[1]	37,43
AlO^3	31,84	31,41	30,49	29,49
BO^2	10,93	[10,32]	10,31 (10,6)	10,10
FeO	6,75	7,23	8,22	7,95
MgO	7,49	7,27	7,76	7,50
CaO	1,75	1,31	2,32	2,24
Na^2O	1,38	1,43	1,76	1,84
K^2O		0,28	0,15	
H^2O	2,40	2,75	3,53	3,45
	100	100	100,27	100
	Glühverlust	3,25		

Die Analyse von Riggs ist nach dem Verhältnifs $\overset{\prime}{R} : Si = 6 : 1$ corrigirt. Indessen scheint der Fehler hauptsächlich im Wasser zu liegen, welches mit Beibehaltung der übrigen Zahlen nur 1,18 p. C. (Na : H = 1 : 2) betragen könnte.

17. Tamatawe.

Jannasch.

Schwarz. V. G. 3,195.

	$\overset{\prime}{R} : Si$	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : R : 2$
Gefunden	5,9 : 1	1,1 : 1,1 : 1,4 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9R\, SiO^5 \end{array}\right\}$$

Fe : B : Al = 1 : 3 : 6 — Fe : Mg, Ca = 1 : 2 — Ca : Mg = 1 : 5 — Na : H = 1 : 4.

[1]) Worin 0,4 TiO^2.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,39[1]		36,07
AlO^3	25,83		27,54
BO^3	9,49		9,45
FeO^3	6,68		7,20
FeO	7,99		7,20
MgO	6,90		6,66
CaO	2,03		1,86
Na^2O	1,92	2,11	1,86
K^2O	0,29	Na^2O	—
H^2O	2,58		2,16
	100,10		100
Fl	0,33		

Dieser T. enthält das Maximum von Eisenoxyd. Vergl. Pierrepont.

18. Haddam, Conn.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,136. Schmilzt in der Hitze zu brauner Masse.

	$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	5,8 : 1	0,9 : 1,1 : 1,4 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg, Ca = 1 : 2 — Ca : Mg = 1 : 6 — Na : Ha = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,50		37,13
AlO^3	30,87		31,52
BO^3	[9,02]		10,83
FeO	8,54		7,43
MgO	8,60		7,43
CaO	1,33		1,16
Na^2O	1,60	2,08	1,61
K^2O	0,73	Na^2O	—
H^2O	1,81		2,10
	100		100

Glühverlust 2,50

[1]) Worin 1,22 TiO^2.

In einem T. von demselben Fundort fand Riggs $\overset{\prime}{R}:Si = 6{,}3:1$, bei einem Wassergehalt von 3,62 p. C. — Reducirt man denselben, so dafs $\overset{\prime}{R}:Si = 6:1$, so entspricht auch dieser T. recht gut der Formel, unterscheidet sich überhaupt von dem von mir untersuchten höchstens durch einen etwas höheren Gehalt an Eisen (Fe : Mg = 1,5 : 1).

	Gefunden		Berechnet
	Riggs	Corrig.	
SiO^2	35,38	36,00	36,29
$\text{Ɨ}O^3$	31,11	31,65	30,85
$\text{Ƀ}O^3$	9,90	10,09	10,58
FeO	12,41	12,62	13,06
MgO	5,03	5,11	4,84
Na^2O	2,38	2,42	2,34
H^2O	3,62	2,11	2,04
	99,67	100	100

Beide sind

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\,\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\,\text{Ɍ}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

19. Ramfossen (Snarum).

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,145. Schmilzt zu poröser schwarzer Schlacke.

	$\overset{\prime}{R}:Si$	$\overset{\prime}{R}:\overset{\prime\prime}{R}:\text{Ɍ}:Si$
Gefunden	5,8 : 1	0,7 : 1,2 : 1,4 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\,\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\,\text{Ɍ}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 1 : 1,5 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,22		37,07
$\not{Al}O^3$	30,00		31,12
$\not{B}O^3$	[8,98]		10,81
FeO	11,16		9,62
MgO	7,94	8,40	7,20
CaO	0,65	MgO	—
Na^2	1,13	1,48	1,96
K^2O	0,53	Na^2O	—
H^2O	2,39[1]		2,22
	100		100

20. Elba.

Rammelsberg.

Schwarz. Braun durchscheinend. V. G. 3,059.

	$\overset{I}{R}$: Si	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \not{R} : Si$
Gefunden	5,6 : 1	1 : 1 : 1,35 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{I}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\,\overset{II}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\,\not{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 1 : 1,25 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,20		36,95
$\not{Al}O^3$	30,02		31,38
$\not{B}O^3$	[9,03]		10,77
FeO	10,41[2]		10,00
MgO	6,77	7,30	6,77
CaO	0,74	MgO	—
Na^2O	2,19	2,36	1,91
K^2O	0,25	Na^2O	—
H^2O	2,29		2,22
	100		100

Glühverlust 2,50

[1]) Glühverlust. [2]) Worin 0,58 MnO.

Der höchste gefundene Thonerdegehalt war 30,84 p. C. — Die Kieselsäure ist in Folge einer Beimengung von etwas Quarz zu hoch gefunden.

21. Unity, N. Hampsh.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,192. Verhält sich in der Hitze wie die vorigen.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	5,9 : 1	0,8 : 1,2 : 1,4 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg(Ca) = 1 : 1 — Na : H = 1 : 4.

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 9 R\, SiO^5 \end{array}\right\}$$

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,29		36,64
AlO^3	30,94		31,13
BO^3	[8,54]		10,69
FeO	13,23		11,00
MgO	6,32	7,05	6,11
CaO	1,02	MgO	—
Na^2O	1,94		2,37
H^2O	2,22 [1])		2,06
	100		100

22. Krummau, Böhmen.

Rammelsberg.

Schwarz. Bräunlich und röthlich durchscheinend. V. G. 3,135. Schmilzt v. d. L. zu hellgrauer, im Ofen zu brauner Schlacke.

[1]) Glühverlust.

	$\overset{'}{R}$: Si	$\overset{'}{R}$: $\overset{''}{R}$: R : 2
Gefunden	6,9 : 1	0,93 : 0,87 : 1,56 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{'}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{''}{R}^3 SiO^5 \\ 9 R SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 1,5 : 1 — Na : H = 1 : 5.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,43		36,46
AlO^3	34,12		33,00
BO^3	[9,27]		9,63
FeO	11,58		11,98
MgO	3,84	4,15	4,86
CaO	0,44	MgO	—
Na^5O	1,36	1,56	1,57
K^2O	0,30	Na^2O	—
H^2O	2,66[1]		2,50
	100		100

23. Langenbielau, Schlesien.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,152. Anscheinend nicht mehr ganz frisch.

	$\overset{'}{R}$: Si	$\overset{'}{R}$: $\overset{''}{R}$: R : Si
Gefunden	5,8 : 1	0,8 : 0,85 : 1,5 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{'}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{''}{R}^3 SiO^5 \\ 9 R SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg(Ca) = 1,5 : 1 — Na : H = 1 : 3.

[1]) Glühverlust.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,24		36,42
$\not{A}lO^3$	31,63		30,96
$\not{B}O^3$	[10,47]		10,62
FeO	11,64		12,30
MgO	3,65 }	4,49	4,85
CaO	0,62 }	MgO	—
Na^2O	1,93 }	0,82	2,35
K^2O	0,82 }	Na^2O	—
H^2O	2,00		2,56
	100		100

24. Dekalb, N. Y.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,195. In der Hitze eine gesinterte schwarze Masse.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: $\not{R}$: Si
Gefunden	5,8 : 1	1,1 : 0,86 : 1,46 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{matrix} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\not{R}\ SiO^5 \end{matrix}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 2 : 1 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,07		36,18
$\not{A}lO^3$	31,86		30,76
$\not{B}O^3$	[9,70]		10,55
FeO	13,06[2])		14,42
MgO	3,49		4,02
Na^2O	2,04 }	2,24	1,90
K^2O	0,30 }	Na^2O	—
H^2O	2,48		2,17
	100		100

Glühverlust 2,92 p. C. — Fluor 0,32 p. C.

[1]) Glühverlust. [2]) Worin 0,51 MnO.

Auch Riggs hat einen T. von gleichem Fundort untersucht, der jedoch nur 0,5 p. C. FeO enthält. S. S. 23.

---

25. Bovey Tracy, Devonsh.

Rammelsberg.

Schwarz, röthlichbraun durchscheinend. V. G. 3,205. Schmilzt zu schwarzer Schlacke.

	$\acute{R} : Si$	$\acute{R} : \acute{\acute{R}} : R : Si$
Gefunden	5,9 : 1	0,84 : 1 : 1,5 : 2,0
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{ \begin{matrix} \acute{R}^6 SiO^5 \\ 2\acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 9R\ SiO^5 \end{matrix} \right\}$$

$B : Al = 1 : 2$ — $Fe : Mg = 3 : 1$ — $Na : H = 1 : 4$

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,00		35,89
AlO^3	30,22		30,50
BO^3	[11,45]		10,47
FeO	14,22[1])		16,15
MgO	2,62	2,98	2,99
CaO	0,50	MgO	—
Na^2O	1,39	1,82	1,85
K^2O	0,65	Na^2O	—
H^2O	1,95		2,15
	100		100

Glühverlust 2,09 p. C.

---

26. Krumbach, Steiermark.

Rammelsberg.

Schwarz, blau durchscheinend. V. G. 3,183. Sintert zu dunkelbrauner Masse.

---

[1]) Worin 0,40 MnO.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	R : $\overset{\prime\prime}{R}$: $\mathrm{R\!\!\!-}$: Si
Gefunden	6,0 : 1	1,0 : 0,8 : 1,5 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 3,5 : 1 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,35		35,79
AlO^3	32,21		30,41
BO^3	[9,40]		10,43
FeO	12,82	14,32	1719
MnO	1,50		
MgO	2,32	2,62	2,65
CaO	0,40	MgO	—
Na^2O	1,43	1,73	1,38
K^2O	0,46	Na^2O	—
H^2O	3,21[1]		2,15
	100		100

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\mathrm{R\!\!\!-}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

---

27. Andreasberg, Harz.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3, 243. Schmilzt zu schwarzer Schlacke.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: $\mathrm{R\!\!\!-}$: Si
Gefunden	6,0 : 1	1,2 : 0,9 : 1,5 : 2
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 1,5 : 2

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ 2\overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9\mathrm{R\!\!\!-}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 7,5 : 1 — Na : H = 1 : 5.

[1]) Glühverlust.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,06		35,43
$\text{Al}O^3$	30,34		30,12
$\text{B}O^3$	[9,95]		10,33
FeO	17,40		18,86
MnO	0,11		—
MgO	0,78	1,29	1,38
CaO	0,72	MgO	—
Na^2O	1,36	1,76	1,43
K^2O	0,58	Na^2O	—
H^2O	2,70		2,55
	100		100
Fl	0,85		

28. Tamaya, Chile.

Schwarz.

Schwarz. V. G. 3,20.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : \text{R} : Si$
Gefunden	6,2 : 1	2,3 : 1 : 2,0 : 2,7
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 1 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,34		37,63
$\text{Al}O^3$	32,22		32,00
$\text{B}O^3$	10,87		10,97
FeO	8,30		8,46
MgO	3,92	4,48	4,70
CaO	0,78	MgO	—
Na^2O	3,14	3,29	2,84
K^2O	0,22	Na^2O	—
H^2O	3,89		3,40
	99,66		100

Drittelsilicate.

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 6\,R\!\!\!-\, SiO^5 \end{array}\right\}$$

Die Analyse giebt B : Al = 1 : 2,0. Dann mufs Al : Si = 1 : 2 sein. Es ist aber = 1 : 1,9 gefunden, dem das aus B : Al = 1 : 2,5 berechnete Verhältnifs 1 : 1,87 näher kommt.

29. Stony Point, N. C.

Riggs.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	6,4 : 1	1,8 : 1 : 1,8 : 2,66
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2 — Fe : Mg = 1 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	35,97[1]		37,63
AlO^3	33,38		32,00
BO^3	10,40		10,97
FeO	8,53		8,46
MgO	5,44	5,82	4,70
CaO	0,53	MgO	—
Na^2O	2,16	2,32	2,84
K^2O	0,24	Na^2O	—
H^2O	3,57		3,40
	100,22		100

Dieser T. stimmt in den relativen Mengen der R mit dem von Tamaya vollkommen überein. Auch ist die Summe $SiO^2 + AlO^3$ = 69,35 fast gleich der berechneten = 69,63.

[1]) Worin 0,55 TiO^2.

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{I}{R}{}^6 SiO^5 \\ \overset{II}{R}{}^3 SiO^5 \\ 6\,\mathrm{R}\; SiO^5 \end{array}\right\}$$

Gefunden wurde B : Al = 1 : 2,2. Wenn dies, wie angenommen, = 1:2, so mufs Al:Si = 1:2 sein. Da dieses Verhältnifs aber = 1:1,84 ist, so sollte man B:Al = 1:2,5 erwarten. (Vgl. Tamaya.)

30. Mount Bischoff, Tasmanien.

Sommerlad.

Derbe graublaue Massen. V. G. 3,042.

	$\overset{I}{R}$: Si	$\overset{I}{R}$: $\overset{II}{R}$: R : Si
Gefunden	6,0 : 1	1,2 : 0,86 : 2,2 : 2,66
Angenommen	6 : 1	1 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2,5 — Fe : Mg = 1 : 1 — Na(K) : H = 1 : 2,5.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,86		36,84
Al O^3	36,72		33,66
B O^3	10,56		9,13
FeO	5,66	6,32	8,29
MnO	0,66		
MgO	4,26		4,60
Na^2O	3,37	4,30	4,04
K^2O	1,11	Na^2O	—
H^2O	1,16		3,44
	100,36		100
Fl	0,61		

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{I}{R}{}^6 SiO^5 \\ \overset{II}{R}{}^3 SiO^5 \\ 6\,\mathrm{R}\; SiO^5 \end{array}\right\}$$

Die Analyse weicht in der Thonerde und im Wasser allerdings bedeutend von der berechneten Formel ab, indessen ist das derbe Mineral

wohl nicht rein, wie denn der ungewöhnlich hohe Gehalt an Alkalien und der geringe an Wasser sich bei keinem anderen T. findet. Die Farbe reiht ihn aber den übrigen hier zusammengestellten an.

Gefunden ist Al : Si = 1 : 1,7, während die Formel bei B : Al = 1 : 2,5 die Proportion 1 : 1,86 erfordert.

— —

31. Piedra blanca.

Jannasch.

Schwarz. V. G. 3, 173.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : 2,5
Gefunden	6,4 : 1	2,0 : 1 : 2,0 : 2,5
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

Fe : B : Al = 1 : 7 : 16 — Fe : Mg = 1,5 : 1 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	35,03[1]		35,61
AlO^3	31,69		30,27
BO^3	9,64		9,09
FeO^3	3,18		2,96
FeO	10,30[2]		12,58
MgO	3,47	3,73 MgO	3,56
CaO	0,36		—
Na^2O	2,85	2,95 Na^2O	2,23
K^2O	0,15		—
H^2O	3,44		3,20
	100,11		100
Fl	0,47		

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 6 R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

[1]) Worin 0,3 TiO^2. [2]) Desgl. 0,16 MnO.

Dürfte man annehmen, dafs die 3,2 p. C. Eisenoxyd als Hydroxyd erst eine spätere Bildung seien, so wäre $\overset{II}{R} : \not{R} = 1 : 1{,}5$, und wenn $Na : H = 1 : 3$, so würde $\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \not{R} : Si = 1 : 1 : 1{,}5 : 2$, sodafs auch dieser T. zu den zahlreichen gehörte, die

$$\left\{ \begin{array}{l} \overset{I}{R}^6 SiO^5 \\ 2\overset{II}{R}^3 SiO^5 \\ 9\not{R}\ SiO^5 \end{array} \right\}$$

sind.

Eine Berechnung, bei welcher $B : Al = 1 : 2$, $Fe : Mg = 2 : 1$ und $Na : H = 1 : 3$, verlangt

SiO^2	38,85	
$\not{Al}O^3$	30,48	
$\not{B}O^3$	10,45	
FeO	14,37	(gef. 13,16)
MgO	3,98	
Na^2O	2,85	
H^2O	2,02	
	100.	

32. Brasilien.

Riggs.

Schwarz, blaugrün durchscheinend. V. G. 3,20.

33. Paris, Maine.

Riggs.

Schwarz, derb, Pulver bläulich.

		$\overset{I}{R} : Si$	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \not{R} : Si$
Gefunden	Brasilien	6,4 : 1	2,1 : 1 : 2,1 : 2,6
	Paris	6,3 : 1	2,2 : 1 : 2,1 : 2,6
Angenommen		6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

$B : Al = 1 : 2{,}5$ — $Fe : Mg = 3{,}5 : 1$ — $Na : H = 1 : 5$.

	Gefunden				Berechnet
	Brasilien		Paris		
SiO^2	34,63		35,03		36,56
AlO^3	32,70		34,44		33,40
BO^3	9,55		8,92	(9,12)	9,14
FeO	14,09[1]		13,20[2]		12,80
MgO	2,13	2,36 MgO	1,81	1,98 MgO	2,00
CaO	0,33		0,24		—
Na^2O	2,11	2,43 Na^2O	2,03	2,35 Na^2O	2,81
K^2O	0,24		0,25		—
Li^2O	0,08		0,07		—
H^2O	3,49		3,69		3,29
	99,35		100,48		100
Fl	0,06				

Beide T. sind offenbar gleich zusammengesetzt.

$$\begin{Bmatrix} \overset{\prime}{R}^6 Si O^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 Si O^5 \\ 6 \, \mathrm{R} \; Si O^5 \end{Bmatrix}$$

34. Elba, S. Pietro.

Rammelsberg.

Grünlich- und bräunlichschwarze Krystalle. V. G. 2,942. Schmilzt v. d. L. schwer unter Aufschwellen zu grauer Schlacke.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	5,9 : 1	1,7 : 0,9 : 2,0 : 2,66
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2,5 — Fe : Mg = 4 : 1 — Na : H = 1 : 2.

[1]) Worin 0,31 FeO^3 = 0,28 FeO und 20,12 MnO.

[2]) Desgl. 1,13 FlO^3 = 1,02 FeO.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,71		36,34
AlO^3	34,00		33,20
BO^2	[9,21]		9,01
FeO	10,52	12,39	13,08
MnO	1,87		
MgO	1,72		1,81
Li^2O	0,32		—
Na^2O	2,30	2,77	3,49
K^2O	0,75	Na^2O	—
H^2O	2,54[1]		3,07
	100		100
Fl	0,47		

$$\left\{ \begin{array}{r} \overset{'}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{''}{R}^3 SiO^5 \\ 6\,R\; SiO^5 \end{array} \right\}$$

Ein anderer Krystall gleichen Fundorts von ähnlicher Farbe hat

AlO	33,19
FeO	5,43
MnO	3,59
MgO	4,30
CaO	0,30
Glühverlust	3,34

gegeben.

Er war indessen nicht homogen, da nach dem Glühen in der halb geschmolzenen dunklen Masse zahlreiche weifse Partikel sich zeigten, welche unstreitig grünem T. angehörten.

---

[1]) Glühverlust.

35. Mursinsk.

36. Alabaschka.

37. Sarapulsk.

Die Fundorte dieser uralischen T. liegen nahe bei einander, wie wir durch G. Rose (Reise nach dem Ural I. 450, 460. II. 501) wissen. Ihrer morphologischen und chemischen Natur nach stimmen sie sehr nahe überein.

Mursinsk. Schwarz. V. G. 3,21. Jannasch.

Alabaschka. 1) In dünnen Splittern bräunlich oder bläulich durchscheinend. V. G. 3,229. Schmilzt v. d. L. zu brauner Schlacke. Rg. 2) V. G. 3,138. Jannasch.

Sarapulsk. Stänglich verwachsene Krystalle, blau, an einzelnen Stellen roth durchsichtig. Pulver blaugrau. V. G. 3,162. Rg.

		$\overset{\prime}{\mathrm{R}}$: Si	$\overset{\prime}{\mathrm{R}} : \overset{\prime\prime}{\mathrm{R}} : \not{\mathrm{R}}$: Si
Gefunden			
Mursinsk	Jann.	6,3 : 1	1,9 : 1,1 : 2,1 : 2,66
Alabaschka	„	6,3 : 1	2,0 : 1,0 : 2,1 : 2,66
„	Rg.	5,8 : 1	1,4 : 1,1 : 2,0 : 2,66
Sarapulsk	Rg.	5,8 : 1	1,8 : 0,9 : 2,0 : 2,66
Angenommen		6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{\mathrm{R}}{}^6\mathrm{SiO}^5 \\ \overset{\prime\prime}{\mathrm{R}}{}^3\mathrm{SiO}^5 \\ 6\not{\mathrm{R}}\ \mathrm{SiO}^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2,5 — Fe : Mg = 5 : 1 — $\overset{\prime}{\mathrm{R}}$: H = 1 : 5.

	Berechnet	Gefunden			
		Mursinsk	Alabaschka		Sarapulsk
		Jann.	Jann.	Rg.	Rg.
SiO^2	36,53	35,15[1])	35,41	36,19	37,30
$\text{Al}O^3$	33,37	34,58	33,75	33,75	33,00
$\text{B}O^3$	9,06	8,94	10,15	[8,17]	[10,05]
FeO	13,70	14,44	13,42	14,97	10,30
MnO		0,24	—	0,54	2,68
MgO	1,52	1,32	1,69	1,76	1,06
CaO	—	0,20	—	—	—
Na^2O	2,40	2,70	2,08	2,02	2,37
K^2O	—	0,05	0,34	0,47	0,33
H^2O	3,42	2,87	3,41	2,15	2,91
	100	100,45	100,25	100	100
Fl		0,51	0,28	0,76	0,80

38. Saar, Böhmen.

Rammelsberg.

Schwarz. V. G. 3,181. Sintert oder schmilzt in der Hitze zu einer braunen Masse.

	$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	6,0 : 1	0,76 : 0,98 : 2,2 : 2,66
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2,5 = Fe : Mg = 5 : 1 — Na : H = 1 : 5.

[1]) Worin 0,27 TiO^2.

	Gefunden	
SiO^2	36,82	
$\text{Al}O^3$	34,67	
$\text{B}O^3$	11,64	
FeO	13,17	13,45
MnO	0,28	
MgO	1,52	
Na^2O	0,98	1,05
K^2O	0,09	Na^2O
H^2O	1,83[1])	
	100,99	
Fl	0,41	

Dieser T. gleicht denen von Sarapulsk, Alabaschka und Mursinsk. In Betreff der Alkalien dürfte die Analyse mangelhaft sein. Auch ist die Borsäurebestimmung sicherlich zu hoch.

39. Auburn, Maine.

Riggs.

Schwarz, derb. V. G. 3,19.

	R : Si	R : R : B : Si
Gefunden	6,5 : 1	2,2 : 1,0 : 2,2 : 2,66
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2,5 — Fe : Mg = 6,5 : 1 — Na : H = 1 : 5.

	Gefunden		Corrigirt	Berechnet
SiO^2	34,99		36,70	36,45
$\text{Al}O^3$	33,96		33,30	33,30
$\text{B}O^3$	9,63		9,44	9,06
FeO	14,29		13,86	14,21
MgO	1,01		1,10	1,21
CaO	0,15		—	—
Na^2O	2,01	2,23	2,19	2,35
K^2O	0,34	Na^2O	—	—
H^2O	3,62		3,41	3,42
	100		100	100

[1]) Glühverlust.

Sicherlich ist dieser T. gleich den vorhergehenden.

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{I}{R}^6 Si O^5 \\ \overset{II}{R}^3 Si O^5 \\ 6 \text{R} \; Si O^5 \end{array}\right\}$$

Die Zahlen der zweiten Columne (Corrigirt) folgen aus der Analyse, wenn diese $\overset{I}{R} : Si = 6 : 1$ gegeben hätte.

---

40. Schüttenhofen.

Scharitzer.

Blauschwarz. V. G. 3,174.

	$\overset{I}{R} : Si$	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \text{R} : Si$
Gefunden	6,25 : 1	2,3 : 1 : 1,9 : 2,5
B : Al	Fe, Mn : Mg	Na, K : H
1 : 3,4	9 : 1	1 : 5,6

Der Gehalt an Borsäure, durch Differenz = 7,1 p. C. bestimmt, ist offenbar zu niedrig. Er beträgt in den blauschwarzen T. im Mittel ebenso nahe 10 p. C., wie in allen übrigen. Die Ursache liegt in dem in Folge der angewandten Methode zu hoch gefundenen Wassergehalt von 4 p. C., der in allen ähnlichen nur 3 bis 3,4 p. C. ausmacht.

Berechnet man unter der Annahme B : Al = 1 : 2,5 die Borsäure, so bleiben 3,08 p. C. Wasser, und es wird

	$\overset{I}{R} : Si$	$\overset{I}{R} : \overset{II}{R} : \text{R} : Si$
	6,2 : 1	1,8 : 1 : 2,0 : 2,5
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2,5 — Fe, Mn : Mg = 9 : 1 — Na, K : H = 1 : 4 — Na : K = 3 : 1.

Da in den übrigen blauschwarzen T. B : Al = 1 : 2,5 ist, so wurde die Formel

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{I}{R}^6 Si O^5 \\ \overset{II}{R}^3 Si O^5 \\ 6 \text{R} \; Si O^5 \end{array}\right\}$$

in diesem Sinn berechnet.

	Gefunden	Corrig.	Berechnet
SiO^2	35,17		36,25
$\text{Ɨ}O^3$	35,10		33,13
$\text{Ƀ}O^3$	[7,10]	[8,03]	9,00
FeO	13,36	14,84	14,65
MnO	1,48		—
MgO	0,98		0,90
Na^2O	1,92		1,88
K^2O	0,88		0,93
H^2O	4,01	3,08	3,26
	100		100

Dieser blauschwarze T. ist älter als der grüne und rothe desselben Fundorts, was sich an der Färbung einzelner Krystalle nachweisen läfst.

41. Goshen, Mass.

Rammelsberg.

Blauschwarz, blau durchscheinend. V. G. 3,203. Sintert in der Hitze zu brauner Masse.

	$\dot{R}$: Si	$\dot{R}$: $\ddot{R}$: Ɍ : Si
Gefunden	6,2 : 1	2,1 : 0,9 : 2,1 : 2,66
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

B : Al = 1 : 2,5 — Fe : Mg = 11 : 1 — Na, Li : H = 1 : 3 — Li : Na = 1 : 1.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,40		36,33
$\text{Ɨ}O^3$	33,20		33,20
$\text{Ƀ}O^3$	10,65		9,05
FeO	11,95	13,18	14,98
MnO	1,23		
MaO	0,63		0,75
Li^2O	0,84		0,85
Na^2O	1,75	2,02	1,77
K^2O	0,40	Na^2O	—
H^2O	3,30[1]		3,07
	100,35		100
Fl	0,82		

[1]) Glühverlust.

$$\left\{\begin{matrix} \overset{I}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{II}{R}^3 SiO^5 \\ 6 \text{R} \; SiO^5 \end{matrix}\right\}$$

Er steht dem T. von Sarapulsk sehr nahe.

42. Buchworth, Australien.

Jannasch.

Schwarz. V. G. 3,173.

	$\overset{I}{R}$: Si	$\overset{I}{R}$: $\overset{II}{R}$: R : Si
Gefunden	6,1 : 1	2,16 : 0,95 : 2,0 : 2,66
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 2 : 2,66

$$\left\{\begin{matrix} \overset{I}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{II}{R}^3 SiO^5 \\ 6 \text{R} \; SiO^5 \end{matrix}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Fe : Mg = 14 : 1 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden	Berechnet
SiO^2	35,50	35,28
AlO^3	34,39	34,11
BO^3	8,34	8,87
FeO	14,26	15,11
MgO	0,51	0,60
Na^2O	3,43	2,79
H^2O	3,34	3,24
	99,57	100
Fl	0,77	

43. Syssersk, Ural (Chrom-T.).

Cossa.

Schwarzgrün. V. G. 3,12.

	$\overset{I}{R}$: Si	$\overset{I}{R}$: $\overset{II}{R}$: R : Si
Gefunden	6,07 : 1	1,8 : 1 : 3,1 : 3,7
Angenommen	6 : 1	2 : 1 : 3 : 3,66

$$\left\{\begin{array}{l} \overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 9 \mathrm{R} \; SiO^5 \end{array}\right\}$$

Cr : B : Al = 1 : 2 : 4 — Fe : Mg = 1 : 3 — Na : H = 1 : 6.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	36,79		37,14
AlO^3	30,56		29,30
CrO^3	10,86		11,12
BO^3	9,51		10,24
FeO	2,91		3,04
MgO	4,47	4,98	5,06
CaO	0,72	MgO	—
Na^2O	1,36		1,50
H^2O	2,25	(3,07)	2,60
	99,43		100
Fl	0,65		

Auch der grüne T. von der Totschilnaja Gora enthält nach Hermann Chromoxyd (1,16 p. C.).

44. Paris, Maine.

Rammelsberg.

Grüne Krystalle, von rothem T. umgeben. (Auch das Umgekehrte kommt nach Dana dort vor, ja ein Krystall ist am einen Ende grün, am anderen roth). Die Farbe ist hell, und die Masse durchsichtig und sehr rein. V. G. 3,069. Wird beim Erhitzen weifs, emailartig.

Wegen Mangel an Material konnte ich weder den Glühverlust noch die Borsäure bestimmen. Letztere ist aus der Thonerde unter Annahme B : Al = 1 : 3 und das Wasser in der Voraussetzung von Drittelsilicaten berechnet.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden		5,0 : 1,2 : 6 : 7,2
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

$$\left\{\begin{array}{r} 3\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3SiO^5 \\ 18\not{R}\;SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Fe, Mn : Mg, Ca = 1,3 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 1,5 — Li : Na = 1 : 1.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,90		38,29
$\not{A}lO^3$	40,32		39,42
$\not{B}O^3$	[9,22]		9,13
FeO	2,73	4,26	3,54
MnO	1,53		
MgO	1,20	1,83	1,51
CaO	0,88	MgO	—
Li^2O	1,46		1,56
Na^2O	2,32	2,60	3,23
K^2O	0,36	Na^2O	—
H^2O	2,08		2,82
	100		100

Der mit diesem grünen T. verwachsene rothe, dessen Analyse weiterhin folgt, ist frei von Eisen und enthält nur halb soviel $\overset{\prime\prime}{R}{}^3SiO^5$.

45. Campo longo, Gotthard.

Engelmann.

Grün. V. G. 2,969.

Annahme: der Verlust = 1,14 p. C. besteht aus Wasser.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: $\not{R}$: Si
Gefunden	5,74 : 1	5,6 : 1,2 : 6 : 7,5
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

B : Al = 1 : 2,5 (a) oder 1 : 3 (b) — Fe : Mg = 3 : 1 — Na : H = 1 : 4.

	Gefunden		Berechnet a.	Berechnet b.
SiO^2	39,26		38,47	38,31
AlO^3	38,33		38,64	40,00
BO^3	9,40		10,23	9,14
FeO	5,63		4,73	4,70
MgO	1,02		0,88	0,88
Na^2O	2,43	2,68	3,26	3,24
K^2O	0,38	Na^2O	—	—
H^2O	[3,55]		3,79	3,73
	100		100	100
Fl	0,60			

Drittelsilicate.

$$\left\{\begin{array}{l} 3\overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 18 R\, SiO^5 \end{array}\right\}$$

Die Analyse hat B : Al = 1 : 2,8 ergeben. Ferner Al : Si = 1 : 1,74.
Ist nun B : Al = 1 : 2,5, so mufs Al : Si = 1 : 1,71 sein.
= 1 : 3 „ „ = 1 : 1,63 „

Die gefundenen Werthe für Al und Si sprechen also zu Gunsten der Proportion 1 : 2,5.

46. Elba.

Rammelsberg.

Hellgrün. V. G. 3,112. Wird beim Glühen weifs, opak.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	6,1 : 1	5,0 : 0,76 : 6,4 : 7,33
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

B : Al = 1 : 3 — Fe, Mn : Mg = 5 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 2 — Li : Na = 1 : 2.

	Gefunden		Berechnet
SiO	37,74		38,00
AlO³	41,89		39,69
BO³	[9,31]		9,02
FeO	1,38	3,89	5,18
MnO	2,51		
MgO	0,41		0,58
Li^2O	0,74		0,86
Na^2O	2,40	2,62	3,57
K^2O	0,34	Na^2O	—
H^2O	3,28[1]		3,10
	100		100
Fl	0,50		

Die Differenz in der Thonerde dürfte auf einem Fehler der Analyse beruhen, da der Betrag der R überhaupt zu grofs ist.

Drittelsilicate.

$$\left\{\begin{array}{r} 3\overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 18R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

47. Brasilien.

Rammelsberg.

Grün. V. G. 3,107.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	6,0 : 1	5,7 : 1,1 : 6 : 7,33
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

B : Al = 1 : 3 — Fe : Mg = 5 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 2 — Li : Na = 1 : 1.

[1]) Glühverlust.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,01		38,18
AlO^3	39,00		39,79
BO^3	[9,64]		9,11
FeO	3,40	5,90	5,20
MnO	2,50		
MgO	0,60		0,58
Li^2O	1,30		1,30
Na^2O	2,21	2,49	2,70
K^2O	0,42	Na^2O	—
H^2O	2,92[1]		3,14
	100		100
Fl	0,70		

Drittelsilicate.

$$\left\{\begin{array}{l} 3\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3SiO^5 \\ 18R\,SiO^5 \end{array}\right\}$$

48. 49. Brasilien.

Jannasch.

Jannasch untersuchte zwei grüne T. von dort.

I. Barrado Perahy. V. G. 3,029.

II. Andere Krystalle.

Die Analyse I gab 2,15 p. C. Überschufs, und da J. den gefundenen Gehalt an Borsäure (10,74 p. C.) für zu hoch erklärt, auch eine wiederholte Bestimmung nicht vorliegt, so ist im Nachfolgenden die Borsäure aus der Differenz berechnet.

		$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	I	6,1 : 1	6,6 : 1 : 6,2 : 7,3
	II	6,1 : 1	6,1 : 0,9 : 6,4 : 7,3
Angenommen		6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

[1]) Glühverlust 2,92 — 3,19.

Beide T. sind auch im Übrigen gleich zusammengesetzt.

$B : Al = 1 : 3 = Fe, Mn : Mg, Ca = 4 : 1 — \acute{R} : H = 1 : 2.$

	Gefunden				Berechnet
	I.		II.		
SiO^2	37,40		37,05		38,27
AlO^3	39,02		40,03		40,00
BO^3	[9,57]		9,09		9,13
FeO	2,35	4,92	2,36	4,71	5,00
MnO	2,57		2,35		—
MgO	0,20	0,74	0,32	0,55	—
CaO	0,60	CaO	0,47	CaO	0,94
Li^2O	1,33		0,60		1,57
Na^2O	3,59	3,78	3,18		2,16
K^2O	0,29	Na^2O	—		—
H^2O	3,08		3,23		2,93
	100		99,83		100
Fl	0,98		1,15		

Die Berechnung gilt für I, wo Li : Na, K = 1,5 : 1 ist, während in II Li : Na = 1 : 2,5 giebt.

Drittelsilicate.

$$\left\{ \begin{array}{r} 3\acute{R}^6SiO^5 \\ \acute{\acute{R}}^3SiO^5 \\ 18R\;SiO^5 \end{array} \right\}$$

Beide Analysen stimmen mit der meinigen überein.

50.- 51. Brasilien.

Riggs.

I. Blafsgrün. II. Olivengrün.

		$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	I.	6,3 : 1	6,7 : 0,7 : 6 : 7,0
	II.	6,3 : 1	7,0 : 1,0 : 6 : 7,0
Angenommen		6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

$$\left\{\begin{matrix} 3\overset{\prime}{R}{}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3 SiO^5 \\ 18 R\, SiO^5 \end{matrix}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Fe, Mn : Ca, Mg = 6 : 1 — R : H = 1 : 2 — Li : Na(K) = 1,5 : 1.

	Berechnet	Gefunden	
		I.	II.
SiO^2	38,18	37,39	36,91
AlO^3	39,83	39,65	38,13
BO^3	9,11	10,10	9,87
FeO	5,36	2,42	3,47
MnO		1,47	2,22
CaO	0,69	0,49	0,38
MgO		—	0,04
Li^2O	1,56	1,71	1,61
Na^2O	2,15	2,42	2,70
K^2O		0,25	0,28
H^2O	3,12	3,63	3,64
	100	99,53	99,25
	Fl	0,32	0,14

B : Al ist in I = 1 : 2,8 oder bei 10,49 BO^3 (einer zweiten Bestimmung) = 1 : 2,6, in II = 1 : 2,67 gefunden. In der Rechnung ist auf Grund der vorhergehenden Analysen 1 : 3 angenommen; hiermit stimmt auch das gefundene Verhältnifs Al : Si = 1 : 1,6 und 1 : 1,64 überein, welches nach der Formel 1 : 1,63 (und nicht 1 : 1,71) sein mufs.

52. 53. Auburn, Maine.

Riggs.

I. Hellgrün. II. Dunkelgrün, derb.

		$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	I	6,3 : 1	7,3 : 0,8 : 6 : 7,4
	II	6,3 : 1	7,0 : 1,0 : 6 : 7,4
Angenommen		6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

$$\left\{ \begin{array}{r} 3\overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 18\text{R̶} SiO^5 \end{array} \right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Fe : Mg, Ca = 6 : 1 (I) = 16 : 1 (II) — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 2 — Li : Na = 1 : 1 (I) = 1 : 1,5 (II).

	I.		II.		
	Gefunden		Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,85		36,98		37,88
A̶lO^3	37,73		36,68		39,54
B̶O^3	10,55		9,94		9,05
FeO	4,26	4,77	7,20	8,42 FeO	6,20
MnO	0,51		0,72		
CaO	0,53		0,39[1]		
Li^2O	1,38		1,05		1,03
Na^2O	2,16		2,88	3,14 Na^2O	3,20
K^2O	0,62		0,44		—
H^2O	4,18		4,05		3,10
	99,77		100,17		100

	I.	II.
Fl	0,71	0,62

B : Al ist in I = 2,47
II = 2,53

In der Rechnung ist es, wie in den übrigen grünen T., = 1 : 3 angenommen.

Während I im Ganzen mit dem T. aus Brasilien stimmt, läſst die derbe Masse von II Zweifel an ihrer Reinheit zu. Vielleicht ist ein Theil des Eisens als Oxyd vorhanden.

Berechnet man übrigens B : Al = 1 : 2,5 und geht von der Thonerde aus, so muſs

I. 10,36 B̶O^3 gefunden 10,55
II. 10,06 „ „ 9,94

enthalten.

[1]) Mit dem Aeq. von 0,17 MgO.

54. Rumford, Maine.

Riggs.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	6,3 : 1	6,0 : 1,1 : 6 : 7,0
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

Formel der vorigen.

Dieser T. hat sichtlich dieselbe Zusammensetzung wie der dunkle von Auburn. Es soll überhaupt nur 0,34 MgO enthalten.

Zufolge der beiden mitgetheilten Bestimmungen der Borsäure wäre B : Al entweder = 1 : 2,6 oder 1 : 2,5.

Die Berechnung ist hier doppelt geführt: in A ist B : Al = 1 : 3, in B = 1 : 2,5 angenommen (letztere mag auch für Auburn II gelten).

	Gefunden		Berechnet A.	Berechnet B.
SiO^2	36,53		37,88	38,10
AlO^3	38,19		39,54	38,28
BO^3	10,03	10,41	9,05	10,10
FeO	7,09[1]		6,20	6,12
Li^2O	0,95		1,03	1,04
Na^2O	3,11[2]		3,20	3,16
H^2O	3,44	3,60	3,10	3,20
	99,34		100	100
Fl	0,16			

55. Schüttenhofen.

Scharitzer.

Blaugrün, oft von rothem T. umgeben und einen dunkleren Kern einschliefsend. V. G. 3,103.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	6,3 : 1	5,6 : 1 : 5,3 : 6,2
		= 6,3 : 1,13 : 6 : 7,0
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 6 : 7,33

[1]) Mit dem Äq. von 0,34 MgO. [2]) Desgl. von 0,38 K^2O.

$B : Al = 1 : 3$ — $Fe : Mn = 1{,}5 : 1$ — $\acute{R} : H = 1 : 2$ (gef. 1 : 2,6) — $Li : Na : K = 5 : 3 : 1$.

	Gefunden	Corrigirt	Berechnet
SiO^2	36,42		37,95
AlO^3	39,77		39,59
BO^3	[8,12]	[9,10]	9,05
FeO	4,17		3,73
MnO	2,83		2,45
Li^2O	1,54		1,44
Na^2O	1,93		1,78
K^2O	0,93		0,90
H^2O	4,29	3,31	3,11
	100		100

$$\left\{ \begin{array}{r} 3\acute{R}^6 SiO^5 \\ \acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 18R\, SiO^5 \end{array} \right\}$$

Auch hier wurde das gefundene Verhältnifs B : Al = 1 : 3,36 für 1 : 3 corrigirt, wodurch der Wassergehalt 3,31 p. C. wird.

Nach Scharitzer, welcher die untersuchte Probe als „blaugrün" bezeichnet, findet sich auf der Lagerstätte theils dunkelgrüner T., dessen Krystalle oft unten blauschwarz, oben roth sind, theils lichtgrüner, der bezüglich der Farbe aber nur in dünneren Krystallen selbständig erscheint, während dickere oft einen dunkleren Kern einschliefsen.

56. Chesterfield, Maine.

Rammelsberg.

Grün, mit rothem T. verwachsen, trübe, weich und mit Quarzpartikeln gemengt. V. G. 3,108.

Die Analyse, welche 41,84 p. C. Kieselsäure gegen nur 36,96 p. C. Thonerde gab, läfst schon die Beimischung von Quarz erkennen. Aufsèrdem fanden sich

$\text{B}O^3$	9,73	
FeO	6,33	6,65
MnO	0,86	0,68
MgO	1,48	1,85
CaO	0,27	0,42
Li^2O		1,24
Na^2O		2,85
K^2O		0,30
Fl	0,55	
Glühverlust 3,06		

Dieser T. ist wahrscheinlich gleich dem brasilianischen zusammengesetzt.

57. Schaitansk, Ural.

Rammelsberg.

Roth. V. G. 3,082. Wird in der Hitze weifs, opak.

	$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	6,2 : 1	7,6 : 1,17 : 9 : 10,5
Angenommen	6 : 1	6 : 1 : 9 : 10,33

B : Al = 1 : 3 — Mn : Mg, Ca = 1 : 2,5 — $\acute{R}$: H = 1 : 3 — Li : Na = 1 : 1,66.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,38		38,90
$\text{Al}O^3$	42,48		42,77
$\text{B}O^3$	[9,72]		10,27
MnO	1,53		1,28
MgO	1,62	2,06	1,80
CaO	0,62	MgO	—
Li^2O	0,50		0,53
Na^2O	1,53	1,67	1,90
K^2O	0,23	NaO	—
H^2O	3,41[1]		2,55
	100		100

[1]) Glühverlust.

$$\left\{\begin{array}{r} 3\overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 27\text{R̶} SiO^5 \end{array}\right\}$$

58. Paris, Maine.

Rammelsberg.

Roth, mit dem grünen No. 44 verwachsen. V. G. 3,019. Verhält sich in der Hitze wie die vorigen.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R̶ : Si
Gefunden	6,3 : 1	12,8 : 1 : 12,2 : 13,8
Angenommen	6 : 1	12 : 1 : 12 : 14,33

$$\left\{\begin{array}{r} 6\overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 36\text{R̶} SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Mn : Mg, Ca = 1,5 : 1 — Mg : Ca = 1 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 2 — Li : Na = 1 : 1,25.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,19		38,79
Al̶O^3	41,58		41,41
B̶O^3	9,97		9,47
MnO	1,94		1,92
MgO	0,39	CaO	0,36
CaO	0,45	0,71	0,50
Li^2O	1,17		1,20
Na^2O	2,60	Na^2O	3,10
K^2O	0,68	3,05	—
H^2O	3,03[1]		3,25
	100		100
Fl	1,18		

[1]) Glühverlust 3,61.

59. Auburn, Maine.

Riggs.

Farblos und grünlich. V. G. 3,07.

	$\acute{R}$: Si	$\acute{R}$: $\acute{\acute{R}}$: R : Si
Gefunden	6,2 : 1	14,0 : 1,1 : 12 : 14,2
Angenommen	6 : 1	12 : 1 : 12 : 14,33

$$\left\{\begin{array}{l} 6\acute{R}^6 SiO^5 \\ \acute{\acute{R}}^3 SiO^3 \\ 36R SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 2,5 — Fe, Mn : Ca = 5 : 1 — $\acute{R}$: H = 1 : 2,5 — Li : Na = 1 : 1.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,14		39,07
AlO^3	39,60		40,16
BO^3	10,25		10,60
FeO	1,65	3,03	2,71
MnO	1,38		
CaO	0,43		0,42
Li^2O	1,34		1,14
Na^2O	2,36	Na^2O	2,35
K^2O	0,27	2,54	—
H^2O	4,16[1]		3,55
	99,58		100
Fl	0,62		

Gefunden ist B : Al = 1 : 2,67. Wären sie = 1 : 3, so müfsten

SiO^2	38,88
AlO^3	41,50
BO^3	9,50

sein.

[1]) Glühverlust.

60. Schüttenhofen.

Scharitzer.

Roth, oft grünen T. umschliefsend. V. G. 2,913.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: R : Si
Gefunden	6,08 : 1	19,0 : 0,8 : 18 : 21,2
Angenommen	6 : 1	18 : 1 : 18 : 21,33

$$\left\{\begin{array}{r} 9\overset{\prime}{R}^6 SiO^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}^3 SiO^5 \\ 54R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Fe, Mn : Ca = 1 : 1 — $\overset{\prime}{R}$: H = 1 : 2 — Li : Na : K = 3 : 1 : 1.

	Gefunden	Corrigirt	Berechnet
SiO^2	38,49		38,81
AlO^3	41,49		41,77
BO^3	[8,51]	[9,49]	9,56
FeO	0,35	0,95	1,08
MnO	0,60		
CaO	0,82		0,85
Li^2O	1,68		1,51
Na^2O	1,32		1,24
K^2O	2,13		1,90
H^2O	4,61	3,37	3,28
	100		100
Fl	0,43		

Die Correction gründet sich auf die Annahme von B : Al = 1:3, was die Analyse = 1 : 3,45 ergeben hat. Dadurch wird der Wasserge- auf 3,37 reducirt.

Nach Scharitzer ist dieser rothe T. der jüngste unter den drei am gleichen Fundort vorkommenden. Seine Krystalle sind innerlich öfter blafs, selbst farblos. Er allein enthält Fluor.

61. Brasilien.

Riggs.

Farblos und röthlich, an den Rändern grünlich V. G. 3,028.

	$\acute{R}:Si$	$\acute{R}:\acute{\acute{R}}:\not{R}:Si$
Gefunden	6,5 : 1	18,6 : 0,9 : 18 : 19,9
Angenommen	6 : 1	18 : 1 : 18 : 21,33

$$\left\{\begin{array}{r} 9\acute{R}^6 RiO^5 \\ \acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 54\not{R}\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 (gef. 1 : 2,9) — Fe, Mn : Ca = 2 : 1 — $\acute{R}$: H = 1 : 2 — Li : Na, K = 1,5 : 1.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	37,19		38,67
$\not{A}lO^3$	42,43		41,60
$\not{B}O^3$	9,96	(10,16)	9,53
FeO	0,52	1,31	1,58
MnO	0,79		
CaO	0,57		0,56
Li^2O	1,73		1,66
Na^2O	2,24	Na^2O	3,13
K^2O	0,23	2,39	—
H^2O	3,86	(3,93)	3,27
	99,52		100

62. Rozena, Mähren.

Rammelsberg.

Blafsrothe, undurchsichtige Krystalle, in Lepidolith eingewachsen. Beweist durch höheren Kieselsäure- und Kaligehalt die anfangende Verwandlung in Glimmer.

$$\acute{R}:Si = 5,6:1$$

$$\acute{R}:\acute{\acute{R}}:\not{R}:Si = 18,0:0,95:18:23,4$$

$B : Al = 1 : 3$ — $Mn : Mg = 1 : 1$ — $\acute{R} : H = 1 : 4$ — $Li : Na : K = 1 : 2 : 2$.

	Gefunden
SiO^2	41,16
AlO^3	41,83
BO^3	[7,74]
MnO	0,95
MgO	0,61
Li^2O	0,41
Na^2O	1,37
K^2O	2,17
H^2O	3,76[1])
	100
Fl	1,19

63. Elba.

Rammelsberg.

Röthlich. V. G. 3,022. Wird in der Hitze weifs, porzellanartig.

	$\acute{R} : Si$	$\acute{R} : \acute{\acute{R}} : R : Si$
Gefunden	6,1 : 1	29,0 : 0,96 : 30 : 34,5
Angenommen	6 : 1	30 : 1 : 30 : 35,33

$$\left\{\begin{array}{l} 15\acute{R}^6 SiO^5 \\ \acute{\acute{R}}^3 SiO^5 \\ 90R\ SiO^5 \end{array}\right\}$$

$B : Al = 1 : 3$ — $Mn : Mg = 2,5 : 1$ — $\acute{R} : H = 1 : 2$ — $Li : Na, K = 1 : 1$.

[1]) Glühverlust.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,85		38,88
$\text{Ⱥ}lO^3$	43,68		42,70
$\text{Ƀ}O^3$	9,52		9,70
MnO	0,92		0,94
MgO	0,20		0,21
Li^2O	1,22		1,39
Na^2O	2,00	Na^2O	2,86
K^2O	1,30	2,86	—
H^2O	3,37[1]		3,32
	101,06		100
Fl	0,70		

64. Rumford, Maine.

Riggs.

Roth, derb. V. G. 2,997.

	$\overset{\prime}{R}$: Si	$\overset{\prime}{R}$: $\overset{\prime\prime}{R}$: Ɍ : Si
Gefunden	6,5 : 1	35,4 : 1,15 : 30 : 33,4
Angenommen	6 : 1	30 : 1 : 30 : 35,33

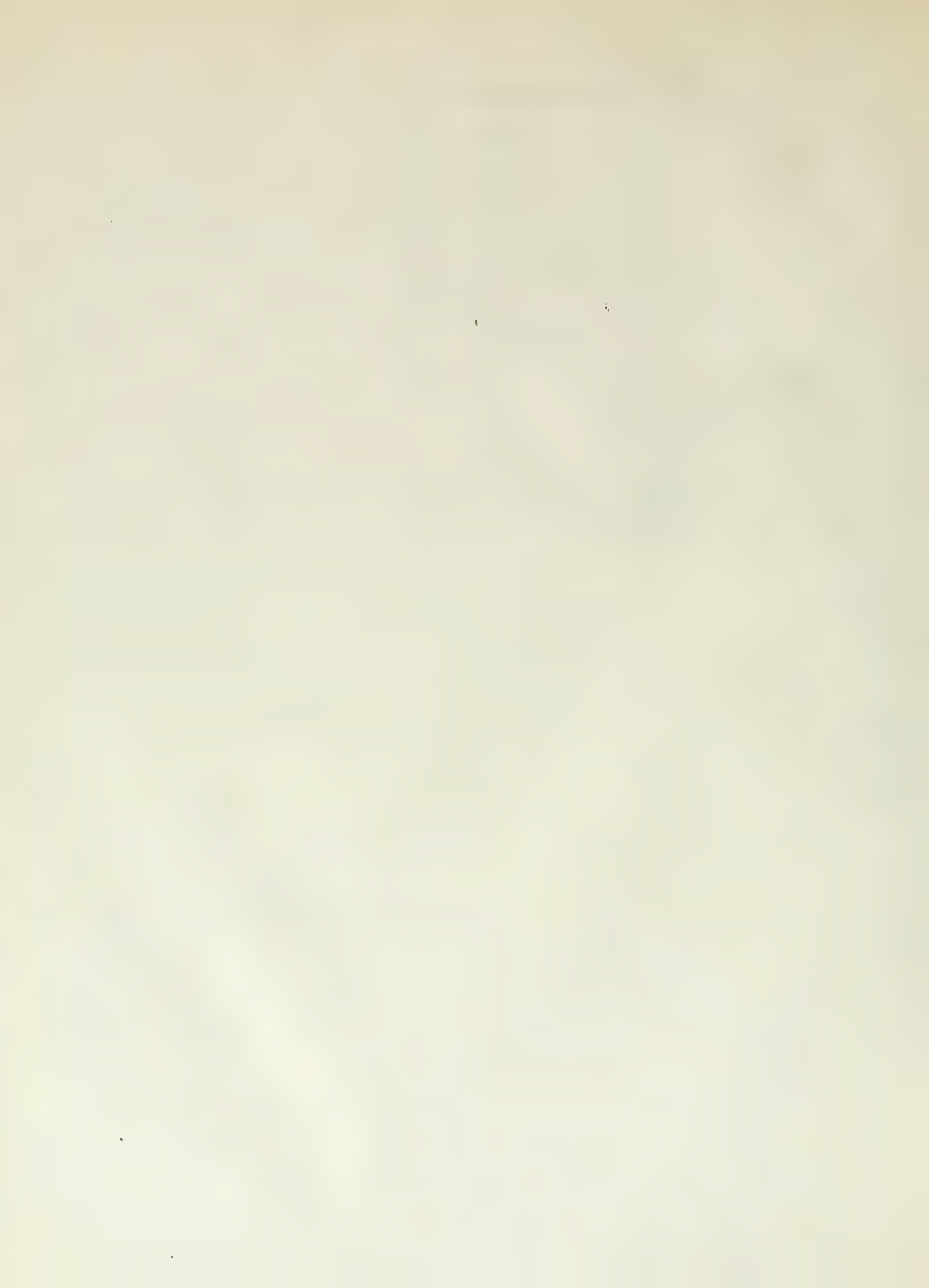
$$\left\{\begin{array}{r} 15\,\overset{\prime}{R}{}^6\,Si\,O^5 \\ \overset{\prime\prime}{R}{}^3\,Si\,O^5 \\ 90\,\text{Ɍ}\;\;Si\,O^5 \end{array}\right\}$$

B : Al = 1 : 3 — Fe, Mn : Ca = 1 : 1,5 — R : H = 1 : 2,5 — Li : Na = 1,33 : 1.

[1]) Glühverlust.

	Gefunden		Berechnet
SiO^2	38,07		39,30
$\text{Al}O^3$	42,24		42,00
$\text{B}O^3$	9,85	(10,18)	9,74
FeO	0,26	0,61	0,54
MnO	0,35		
CaO	0,63		0,62
Li^2O	1,59		1,39
Na^2O	2,18	Na^2O	—
K^2O	0,44	2,48	2,30
H^2O	4,26		3,51
	99,87		100
Fl	0,28		

Inhalt.



PHILOSOPHISCHE UND HISTORISCHE

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

AUS DEM JAHRE

1890.

BERLIN.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1891.

BUCHDRUCKEREI DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (G. VOGT).

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.



Inhalt.



Rense als Wahlort.

Von

H[rn.] WEIZSÄCKER.

Vorgelegt in der Sitzung der phil.-hist. Classe am 9. Januar 1890.
Zum Druck eingereicht am 9. Januar 1890, ausgegeben am 20. März 1890.

Die vorliegende Abhandlung, welche sich in Herrn Professor Weizsäcker's Nachlafs vollständig druckfertig vorgefunden hat, ist aus Vorstudien für eine Geschichte K. Ruprecht's erwachsen und war anscheinend ursprünglich bestimmt, einen Excurs zu dem darstellenden Werke zu bilden.

Bei dem Manuscript liegen „3 Blätter, die nicht zu dieser Untersuchung, sondern zur Darstellung gehören“. Zwei davon enthalten eine kurze Darlegung der Verhältnisse, welche dazu führten Ruprecht's Wahl in Rense statt in Frankfurt vorzunehmen, und eine knappe Übersicht über die Rolle, welche Rense bis dahin in der Geschichte des Königswahlrechtes gespielt hatte; beide sind aber leider nur im Concept vorhanden und daher nach den strengen Anschauungen des Verewigten nicht mittheilbar. Das dritte Blatt, ausdrücklich noch einmal bezeichnet als „in den Text der Darstellung“ gehörig, liegt in Reinschrift vor. Der Inhalt bezieht sich allein auf das Äufsere des Königstuhles und mag hier folgen.

Die steinerne Baulichkeit, welche der Königstuhl zu Rense heifst, ist vielfach beschrieben[1]). Es scheint, dafs die Restauration von 1624 und die Reparatur von 1779 im wesentlichen nicht viel verändert ha-

[1]) Im Jahr 1624 hat eine Restauration stattgefunden, im Jahr 1779 wenigstens eine Reparatur, die Zerstörung fällt unter die französische Herschaft nach Abtretung des linken Rheinufers, der neue jetzige Bau wurde 1842 vollendet. Über diese Dinge ist zu verweisen auf die gründliche Abhandlung von Ludwig Müller in Ersch und Gruber, allg. Encykl. Sektion 2 Theil 38 S. 267—270. Auch J. Hellbach bringt allerlei Notizen, im Rhenus Jahrg. 1883 und 1884, namentlich auch zu der heutigen Wiederherstellung. Neben vielen andern Beschreibungen kann hier verwiesen werden auf Vogt, Ansichten des Rheins 2. Heft, Frankf. 1805.

ben[1]). Unter der französischen Herschaft nach der Abtretung des linken Rheinufers kam es zum Abbruch; nachdem 1794 noch die letzte Anwendung gemacht war bei der Inthronisation des neuen Bürgermeisters von Koblenz, wo auf dem Königstuhl getanzt und unter das Volk Geld und Weifsbrod ausgeworfen wurde[2]). Die Wiederherstellung von 1842 ist ein völliger Neubau, mit zwei Stücken[3]) aus dem alten, aber im Ganzen ebenfalls mit Anschlufs an das Alte. Schon der erste Bau unter König Wenzel war ein Achteck. Auf acht äufseren Pfeilern im Umgang, die durch Spitzbogen verbunden waren, und einem Pfeiler in der Mitte ruhte ein Gewölbe, und über dieser offenen Halle die achteckige Plattform, welche für etliche Personen Aufenthalt unter freiem Himmel gewährte, auch durch eine an der Brüstung hinlaufende Bank die Gelegenheit zum Sitzen bot. Die Brüstung ging oben ohne Unterbrechung herum, aber unter einer ihrer acht Seiten hindurch stieg eine von aufsen eindringende Treppe auf die Plattform selbst hinan, die dadurch ihren Zugang hatte. Da der Treppenaufgang auf der achten Seite keine Bank zuliefs, so sind es sieben breite Sitzplätze, vielleicht mit Absicht der Zahl der sieben Kurfürsten entsprechend. Es ist für uns einerlei, wie zutreffend oder zweifelhaft die verschiedenen Angaben über die Höhe des Baues oder die Anzahl der Stufen sind, für die Einbildungskraft ist es genug zu wissen, dafs es vom Erdboden bis zum oberen Rande der Brüstung gute drei Mannshöhen gewesen sein werden, der Durchschnitt von einer Ecke zur andern fast das anderthalbfache davon.

In der zweiten Anmerkung verweist das Manuscript dieses Blattes statt auf Abschnitt V auf „den Excurs“, womit ja offenbar die vorliegende Untersuchung gemeint ist.

Auffallender Weise aber kehren auch in der Abhandlung selbst, in drei Noten des letzten Abschnittes Verweisungen auf den „Excurs“ wieder, das erste Mal in dem Wortlaut „Siehe im Excurs über Rense bei der Wahl

---

[1]) Siehe den [Abschnitt V]. Die alte Beschreibung des Sebastian Brant bezieht sich auf den alten Stuhl vor der Restauration von 1624, sie ergiebt den Eindruck, wie er oben ausgesprochen ist.

[2]) Stramberg Rhein. Antiquarius 2, 4, 381.

[3]) Kopf und Fufs der Mittelsäule.

Wenzel's, am Schlufs dieses Bandes"; die beiden andern Male „Siehe Excurs über Rense" [dazu mit Bleistift: „Karl IV S. 8"] und „Siehe ebenda" [dazu „Ruprecht S. 7"]. Die mit Bleistift hinzugefügten näheren Hinweise auf die angezogenen Stellen passen genau auf das vorliegende Manuscript. Dasselbe war also anscheinend zeitweilig nicht als eine einheitliche Abhandlung gedacht, sondern sollte z. Th. in die Darstellung der Geschichte Ruprecht's, z. Th. in einen Excurs zu demselben Buche aufgenommen werden? Ganz klar ist dieses Verhältnifs nicht; wie man es sich aber auch vorzustellen hat, jedenfalls kann es sich nur um stehen gebliebene Reste einer früheren Disposition handeln, und es war ganz zweifellos die Absicht des Verfassers die Abhandlung, so wie sie hier geboten wird, selbständig zu veröffentlichen.

Dieselbe ist mündlich und brieflich von ihm selbst als druckfertig bezeichnet worden; es fehlte aber noch der Titel, da die dem Manuscript gegebene Aufschrift „Rense" schwerlich als solcher dienen sollte. Der hier gewählte Wortlaut entspricht brieflichen Mittheilungen und dürfte den Inhalt decken. Andererseits sind die einzelnen Abschnitte im Manuscript mit Überschriften versehen, die aber offenbar ebenfalls nicht bestimmt waren in den Druck übernommen zu werden; sie wurden durch einfache römische Ziffern ersetzt. In den Noten sind dann die wenigen dem entsprechend geänderten Verweisungen auf Abschnitte der Abhandlung durch eckige Klammern bezeichnet. Einige ganz geringfügige Kleinigkeiten wurden stillschweigend verbessert.

I.

Verschiedene kleinere Orte am Rhein haben im Mittelalter für politische Zusammenkünfte engerer oder weiterer Art gedient. Man kann da Bacherach, Oberlahnstein, Boppard, Andernach nennen. Es kann nicht auffallen, dafs auch Rense dabei ist. Aber diese Ortschaft[1]), auf dem linken Ufer des Flusses zwischen Boppard und Koblenz gelegen, hat eine ganz besondere Berühmtheit in der deutschen Geschichte erlangt. Es ist im Jahre 1308, vor der Erhebung Heinrich's VII., zum ersten Male[2]), dafs wir ihr als kurfürstlichem Versammlungsort zur Berathung in Sachen der Königswahl begegnen. Johann von Victring sagt freilich, es sei damals schon eine alte Gewohnheit gewesen, dort zu diesem Zweck zusammenzutreten[3]), und die Gesta Trevirorum sprechen sich ähnlich aus[4]).

---

[1]) RTA. 1, 16, 22 des dorfes zu Rense 1376 Juli 9; Corr. Bl. des Ges. Vereins Okt. 1884 nr. 10 der statt zu Rentze die vor zeiten ein dorf gewefsen ist; vgl. im Rhenus 2, 183 (Hellbach).

[2]) Diese Beobachtung ist schon gemacht in Diss. de inclyta sede regali ad Rense vulgo von dem Königs-Stuhl bey Rens, sub praesidio Jo. Dav. Koeleri 1735 publice habita a Chrn. Godofr. Laur. Rinck, Altorfii; oft als Diss. Koeler's bezeichnet in Citaten. Gleiche Beobachtung gemacht von Böhmer Reg. 1246—1313 S. 253 u. 376. Zusammenstellung der weiter folgenden Fälle bei Altmann Wahl Albr. II S. 17 nt. 2; bei seiner Wahl ist die vorberathende Versammlung in Heilbronn.

[3]) Böhmer Fontes 1, 359 in pomerio Rense super litus Reni secundum consuetudinem prehabito tractatu et colloquio.

[4]) Ed. Wyttenb. u. Müller 2, 202 dominus Baldewinus aliique sex coelectores

Das beweist freilich noch nichts für ein wirkliches hohes Alter der Gewohnheit. Denn wie grundlos solche Behauptungen von der langen Dauer eines Gebrauchs in der Geschichte des deutschen Mittelalters aufzutreten pflegen, ist längst bekannt[1]). Nicht blos daſs man ein Gewohnheitsrecht aus einem oder zwei Fällen aufbaute, man schritt auch einfach zur Erfindung[2]). Es mag aber nun der Fall von 1308 der erste sein oder nicht[3]), so haben sich ihm jedenfalls andere angeschlossen, und der Ort ist dann nicht selten zu Wahlberathungen benützt worden[4]). Dabei blieb es aber nicht, es kam in Rense auch zur Ausführung von wirklichen Königswahlen, oder zu dem Besteigen des sogenannten Königstuhls durch den an anderem Orte Gewählten.

Der Mittelrhein lag ja wenigstens einem Theile der Kurfürsten bequem, und von Rense scheint das ganz besonders zu gelten. Hier stiessen die Besitzungen der vier Rheinischen Wähler an einander. Besonders bei umständlicheren Berathungen und Beschluſsfassungen war da eine Art häuslicher Behaglichkeit für jeden derselben zu erreichen. Sie hatten da ihre Absteigequartiere nahe beisammen, jeder auf seinem eigenen Boden, in seinem eigenen Schlosse. Später hat sich, ich möchte fast sagen,

[in] villam Rense inter Confluentiam et Boppardiam sitam, ubi ex antiqua consuetudine ad tractatum de electione habendum consueverunt convenire, ad ipsum tractatum habendum concorditer diverterunt; ubi — in — Henricum — in futurum Romanorum regem eligendum — communiter concordarunt.

1) Harnack in den Aufsätzen zum Andenken von Georg Waitz 369 weist hin auf den üblichen Ausdruck „ex tempore cujus memoria non existit", vgl. Maurenbrecher Gesch. d. deutschen Königswahlen 232.

2) Umgekehrt behaupten die Kurfürsten, um die Nothwendigkeit der Approbation des Wenzel zu bestreiten, ganz unrichtig, daſs ein solcher Akt etwas ganz unerhörtes sei, RTA. 1, 100f.

3) Wenn es in Herm. Altah. contin. tertia M. G. SS. 24, 56, 49 heiſst „Eodem anno [1300] circa festum Michaelis evocatus est dux Rudolfus ad partes Reni ab electoribus" (vgl. ad Rhenum Böhmer Fontes 4, 510), so ist damit noch nichts gewonnen für die aufgestellte Vermuthung, daſs damit der Baumgarten bei Rense gemeint sei. Und jedenfalls wäre dies noch nicht eine Versammlung in Wahlangelegenheiten, obschon es dazu führen konnte.

4) Wohl auch in dem Fall, von dem Erzb. Heinr. von Köln an Pabst Clemens V. schreibt, ist Rense gemeint, 1314 Jan. 15: inter Maguntiam et Coloniam in loco ab olim ad hoc consueto de futuri regis electione diem ad tractandum statuerunt, in Theiner cod. dipl. dom. temp. s. sedis 1, 470.

eine ganze Theorie von den vier Schlössern ausgebildet. Aber schon 1411 berichtet Nürnberg nach dem Tode Jost's an Regensburg „daz unsere herren die kürfürsten am Rein bei Rensse ieglicher auf seinen slossen wer', und schickten — ir rete zusamen unter die nussbawm bei des künigs stul. und kom der fürsten selber keiner dar. da giengen die rete zesammen biz leicht ein hor gen mittemtag, und schieden von einander, und füre ieglicher wider zu seinem herren“[1]). Noch werden hier aufser Rense keine Örtlichkeiten genannt, aber von den vier Schlössern der vier Rheinischen Kurfürsten wird geredet als von etwas ganz bekanntem, so dafs Namen nicht nöthig sind. Durch die Erzählung tritt die nahe Nachbarschaft, der Mittelpunkt Rense, und die Leichtigkeit des Verkehrs in's Licht.

Sehr viel später hat Sebastian Brant, der 1521 als Strafsburgischer Stadtbeamter starb, und von dem die älteste Beschreibung des Königstuhls zu Rense herzurühren scheint[2]), sich über die Schlösser ausgesprochen. Es geschah in der „Beschreybung etlicher gelegenheyt Teutsches lands“, einem unvollendeten Werk, einer Deutschen und besonders Elsäfsischen und Strafsburgischen Chronik. Caspar Hedio hat sie nach dem Tode des Verfassers seinem eigenen Buch „Ein aufserlefsne Chronick von Anfang der Welt bis auf das Jar 1539“ (Strafsb. 1539 und in 2. Aufl. 1543) zum Schlusse beigefügt. Da heifst es[3]): „zwischen Rens und Cappel ligt der künigstul, da man einen Römischen künig nach der chur hinfüret. — und hat ieglicher churfürst des Rheins ein eigen schlofs oder statt, da er zu zeiten der chur sicher hinkomen mag und wider an seine gewarsame von dem künigstul, namlich Mentz Lonstein, Trier Cappel, Cöln Rens, Pfaltzgraf die Pfaltz oder Chub zu dem nächsten“. Also hier ist nicht wieder von vier Schlössern die Rede bei den Rheinischen Kurfürsten, neben dem Schlofs tritt auch die Stadt auf, es mag

---

[1]) Reichstagsakten 7, 129, 5—9 dat. 1411 Juli 19; Adolf Kaufmann, die Wahl König Sigmund's, Diss. 1879, S. 56 (diese auch in Mitth. d. Vereins f. Gesch. d. Deutschen in Böhmen 1877/8 Jahrg. 17 Heft 1).

[2]) So Ludwig Müller in Ersch und Gruber, Allg. Encyklop., Section 2, Theil 38, S. 268, dessen Abhandlung Keiner übersehen darf, der sich mit dem Königstuhl von Rense beschäftigt.

[3]) Seite DDXL der ersten Auflage Hedio's; in der zweiten Auflage desselben, mit besonderer Paginirung, Seite X.

Rense damit gemeint sein oder auch Caub. Es scheinen drei Sicherheiten gemeint zu sein: einmal, dafs jeder Kurfürst von Hause ab ungefährdet an seinen Aufenthaltsort beim Königstuhl gelangen kann, weil im Allgemeinen ihre Gebiete in der Gegend ziemlich zusammenstofsen, sodann dafs ihre vier Aufenthaltsorte bei Rense befestigt sind[1]), und endlich dafs der Weg von da bis zum Königstuhl und zurück sehr kurz ist. Für den letzteren Gesichtspunkt aber würde die Rheininselburg Pfalz und das dabei gelegene Caub nicht passen, weil sie schon zu beträchtlich entfernt von diesem Königstuhle liegeu. Den letzteren Gedanken der Ortsnähe hat dann Freher durchgeführt und Braubach[2]) statt Caub zu diesem Zwecke eingesetzt, aber mit anderer Motivirung, in der Ausgabe des Petrus de Adlo, in den angehängten notae dazu pag. 166[b], wo es heifst[3]): „sedes regni — supra scamna circum habens ad consessum: ut ibi rex primum intronisaretur [worauf die zweite Inthronisation zu Aachen folgt] et voce praeconis proclamaretur, loco ideo (ut quidam observarunt) electo, quod ibidem tonantis tubae clangor a quatuor Rheni electoribus in propriis singulorum terris exaudiri possit: Moguntino in Lanstein, Treverico in Capella, Coloniensi in Reinsse[4]) —, Palatino in Braubach —". Oder deutlicher, mit Ersetzung von terris durch castellis, derselbe Freher in seinen Origines Palatinae 1613 par. 2 cap. 2 pag. 8:

---

[1]) Michael Sachs in P. IV des Christl. Zeitvertreibers p. 299 denkt daran, dafs jeder Kurfürst in seinem Schlofs oder seiner Stadt habe zu Nacht sicher ruhen können (nach Rinck S. 11). Ähnlich Winckelmann. Dafs aber auch Kurköln eine „Veste" in Rense hatte, s. Stramberg's Rhein. Antiquarius 2, 4, 388 und Hellbach im Rhenus Jahrg. 1 von 1883 S. 68.

[2]) Liegt sehr nahe beim Königstuhl. Mit Burg und Städtlein darunter ist Gf. Eberh. v. Katzenellenbogen von Pf. Ludwig II. 1293 Fbr. 10 belehnt worden, s. Pfälz. Reg. von Koch u. Witte 1 nr. 1285, aus Sauer, Nass. Urk.-B. 1, 680 nr. 1148 castrum Brubach et oppidum situm desubtus. Die über Braubach liegende Marxburg oder Marksburg heifst auch Braubacher Schlofs.

[3]) Es ist die Ausgabe von 1612, während diejenige von 1603 die notae nicht hat. Rinck citirt falsch: p. 154.

[4]) Rense lag zwar in der Diöcese von Trier (RTA. 1, 121, 12), aber RTA. 1, 160, 33 heifst es 1376 Juli 9 „als verre daz gerichte daselbst geet des erwirdigen ertzebisschofs zu Colne", und 3, 246, 41 „van sijnre [des Erzb. Friedrich III von Köln] burgere weigen van Rense", 1400 Aug. 10, und wieder im Jahr 1400 hatte derselbe Erzbischof einen Amtmann zu Rense in der Person des Jo. Sale, RTA. 4, 150, 18 u. 31.

„principes electores super casibus imperii conventus agere olim frequenter ad Rense oppidum Rheni solitos, annales notarunt: ubi sedes regni Germanici et thronus imperialis adhuc visitur, cui electus rex more majorum primo imponitur et voce praeconis (cujus tuba ibi a quatuor electoribus Rhenensibus in singulorum propriis castellis exaudiri potest) publice pronunciatur, de quo alibi fusius scripsimus [nämlich an der vorigen Stelle bei uns]“. Wenn beide Stellen meinen, dafs die Kurfürsten den Trompetenschall, der sie zu dem Akte berief, bei der Nähe ihrer Wohnungen gut hätten hören können, so versteht es Winckelmann richtig, der die beiden Stellen Freher's gekannt und benützt hat in seiner Gründlichen Beschr. der Fürstenth. Hessen und Hersfeld pars 2 cap. 3 pag. 121 Bremen 1697. Ebenso Zedler in seinem Universal-Lexikon s. v. Rense: die Rheinischen Kurfürsten hätten von ihren Städten und Schlössern aus, wenn ein neuerwählter König nach der Chur auf diesen Stuhl gesetzet und durch des Reichs Herolde ausgerufen worden, durch einen Trompetenschall zusammenberufen werden können. Dem Wortlaut nach wäre aber Freher eher so zu verstehen, als ob die Trompete die auf ihren Schlössern bleibenden Kurfürsten blos hätte darauf aufmerksam machen sollen, dafs jetzt die Proklamation oder Pronunciation durch den Herold da unten auf dem Königstuhl eben vor sich gehe. Allein sie mufsten natürlich selbst dabei sein; und es liegt auch sehr nahe, an diese Art der Berufung nicht zu glauben. Die Zeit des Aktes war selbstverständlich vorher bestimmt und den Kurfürsten vorher angezeigt, somit die Trompete für sie sehr überflüssig. Aus der sehr konkreten Art der Bezeichnung der geringen Entfernung der Schlösser vom Königstuhl, die in dem populären Ausdruck liegt „auf die Weite eines Trompetentones“ scheint sich die betreffende Erzählung von dem blasenden Herold entwickelt zu haben. Wenn dagegen Olenschlager[1]) bereits vorgezogen hatte nichts von dem Trompetenstofs zu hören und zu sagen, so findet Barthold[2]) doch wieder, dafs von dem bei Rense erbauten steinernen Altan aus „ein gellendes Hifthorn oder der trompetende Herold in vier

---

[1]) Neue Erläut. des G. B. § cviii S. 414—416, vom J. 1766.

[2]) Der Römerzug K. Heinr. von Lützelburg 1, 310 f., vom J. 1830. Er spricht da von der Versammlung der Kurfürsten zu Rense im Jahr 1308, wo Heinrich VII. „ernannt“ worden sei.

Kurfürsten Landen zugleich gehört werden konnte", nämlich zu Lahnstein, zu Cappel, zu Rense, zu Braubach, wodurch dieser musikalische Theil des Aktes wieder in sein Recht eingesetzt wird. Man mag übrigens immerhin die Redensart von der Trompete gebrauchen, wenn sie nichts anderes sein soll als der Ausdruck der lokalen Nähe der Orte unter sich, an die dabei gedacht wird. Es darf dann der Verantwortung Zeiller's[1]) überlassen bleiben, wenn er neben einem Jagdhorn auch noch einen Musketenschufs zur Verstärkung eingeführt hat, als die Instrumente, die in den Gebieten der vier Nachbarfürsten zugleich gehört werden konnten.

Im Übrigen braucht man ja nicht zu bestreiten, dafs bei dem Akt auf dem Königstuhl auch ein Trompeter gebraucht worden sein mag, und dafs zu der Bevorzugung der Örtlichkeit ihre für die vier Rheinischen Kurfürsten bequeme Lage von vornherein wesentlich in Betracht kam[2]).

II.

Erklärt sich so, warum man gern bei Rense zusammenkam, so fragt sich doch noch, warum nicht im Innern von Rense selbst die Geschäfte vorgenommen wurden, um die es sich handelte? Dafs unter dem pomoerium subtus Rense, wo man sich traf, an einen mit Nufsbäumen bepflanzten Raum im Freien zu denken ist, unterliegt keinem Zweifel. Denn er wird näher bezeichnet mit den Worten „unter die nussbawm bei des künigs stul"[3]), oder „super alveo Reni sub nucibus

---

[1]) In seiner Topographia Hassiae S. 67.

[2]) Auf die Hilfsidee „Rhens gleichsam eine Colonie von Rheims", die Stramberg im Rhein. Antiquarius 2, 4, 369 herbeiruft, sei hier nur der Absonderlichkeit halber hingewiesen.

[3]) RTA. 7, 129, 7.

seu arboribus nucum prope villam Rens Karolus — est electus“[1]). Und es schadet nichts, wenn dann auch allgemeiner von einem Obstgarten oder auch nur Garten die Rede ist: „convenimus in pomeriis subtus Rense super litus Reni Treverensis dyocesis“[2]), und „in pomeriis seu ortis subtus villam Rense supra litus Reni sitam Treverensis dyocesis, ubi alias et ab antiquo principes electores ad premissa convenire consueverunt“[3]), oder einfach „in den obstgärten bei Rense“[4]) und „zue Rense in dem garthen“[5]). Es ist da immer ein und dasselbe Grundstück gemeint, und man darf daher nicht sagen[6]), dafs im Juni 1343 Kurfürsten in „einem“ Obstgarten zu Rense rathschlagten, sondern in „dem“ für solche Zwecke ganz bekannten Garten zu Rense. Ohne Zweifel, wenn es sich um einen Wahlakt oder sonst um eine gröfsere Zusammenkunft handelte, namentlich mit dem Charakter ganzer oder theilweiser Öffentlichkeit, so bot das Städtchen[7]), abgesehen von passenden Baulichkeiten, auch keinen genügenden Platz unter freiem Himmel, wegen der Enge des Raums zwischen dem Flufs und den ansteigenden Höhen. Es ist dann aber der Nufsbaumgarten, eine gute Strecke unterhalb der Ortschaft, etwa in der Mitte zwischen Rense und Capellen, jedoch mehr nach Rense zu, gewifs nicht ohne Grund gewählt worden. Man hätte ja noch näher an dem Städtchen selbst die Gelegenheit im Freien finden können, wenn man die Gärten und Äcker der Bürger nicht schonen wollte. Der Nufsbaumgarten, wo man sich zusammenfand, gehörte sicher der Stadt als Gemeinde-Eigenthum. Diese Vermuthung bestätigt sich vollkommen, indem die Gemeinde Rense das noch im 19. Jahrhundert gerichtlich nachwies als angestammtes Recht seit unvordenklichen Zeiten[8]). Näher möchte

[1]) Böhmer Fontes 1, 470.

[2]) Wahlanzeige an Gregor XI. RTA. 1, 121, 12.

[3]) Ausschreiben zur Wahl von 1346 bei Lacomblet 3, 343 nr. 430.

[4]) Rudolf von Sachsen an Nordhausen 1346 Juli 11, in Klöden Dipl. Gesch. Waldemar's 3, 89.

[5]) RTA. 1, 87, 10.

[6]) Riezler Gesch. Bay. 2, 480.

[7]) Einen Eindruck von dessen Enge erhält man durch Chapuy et M. Moret, le moyen-âge pittoresque, Paris 1838, tom. 2 nr. 171, Bild einer Strafse mit alten Häusern; und Rhein. Antiquarius 2, 4, 388.

[8]) Als Gemeinde-Weide „paturage communal“, die der Gemeinde am 24. Juli

man vielleicht an die mittelalterliche Sitte denken, die Kirchhöfe mit Nufsbäumen zu bepflanzen (in Sybel's Hist. Ztschr. 58, 355). Es wäre hier in dem Wahl-Felde dann ein Gottesacker zu entdecken, sei es ein noch im 14. Jahrhundert im Gebrauch befindlicher oder ein ehemaliger, der jetzt als städtische Anlage dienen mochte. Allein der Nufsbäume wachsen bei Rense überhaupt viele, und die Kirche mit dem Kirchhof liegt auf der anderen Seite der Stadt Rhein aufwärts, ist aber freilich erst aus dem 14. Jahrhundert (Stramberg Rh. Antiquarius 2, 4, 472f. 479). Jedenfalls aber ist das Grundstück, um das es sich nun hier handelt, ein Gemeindegut. In der vorhin zuerst angeführten Stelle war es freilich 1411 keine grofse Versammlung, für die nicht auch in der Ortschaft selbst Platz gewesen wäre oder die nicht auch aufserhalb an beliebiger Stelle in jedem Bürgergarten ohne Störung des Privatbesitzes hätte gehalten werden können; denn es sind nur die Räthe der Rheinischen Kurfürsten, die da zusammenkommen [1]). Aber damals war der bestimmte Platz unter den Nufsbäumen schon üblich, und verstand sich deshalb von selbst. Wenn hier die Existenz eines alten Gottesackers anzunehmen wäre, so ist eine solche auch bei sonstigen Gelegenheiten öffentlicher Art nicht ohne Beispiel. Die Gerichtsstätte der Mendiger Pallenz lag auf dem Niedermendiger Berg, eben bei Niedermendig südlich vom Laacher See; am 23. Febr. 1546 wurde aber das sogenannte Hochgeding auf dem Kirchhofe zu Niedermendig gehalten, „dweil winterlicher zeit und schnees halber ufm Niedermendiger berg, wie sunst gewoenlich, solichs nit hat mugen gescheen“. Die Gerichtsstätte aber der Münsterer Pallenz war schon am 2. Juli 1372 in der Stadt Münstermaifeld auf dem Hofe vor der Martins- und Severuskirche, also auch auf einem Kirchhofe, vielleicht überhaupt und schon von Anfang an, denn es wird nicht gesagt, dafs sie vorher etwa auf einem Berge gewesen [2]). Erinnert man sich an das Vor-

---

1807 auch zuerkannt wurde von Lezay-Marnesia, dem französischen Präfekten von Coblenz, s. Hellbach im Rhenus 1884 S. 4. Die Gemeinde Rense hat dann 1842 den eigentlichen kleinen Platz des ehemaligen Königstuhls dem Comité des Wiederaufbaues geschenkt, ebd. 169.

[1]) „Schickten ir rete zusamen“.

[2]) Die Mittheilungen über Mendig und Münstermaifeld verdanke ich der Güte Prof. Loersch's in Bonn.

gehen bei Wahl und Reichstag in Formen des Gerichts[1]), so hat die Analogie der Wahlorte und der Gerichtsstätten doch etwas verlockendes, und die Nufsbäume wirken dann auch wieder dazu. Das freilich ist uns auch ohne dies erspart anzunehmen, als ob diese Bäume „rund herum [um den Königstuhl] einen heiligen Hayn bildeten“, wie Kirchner in der Gesch. der Stadt Frankfurt 1, 117 nt. 1 meint.

Man findet noch andere Gemeindeplätze zu Reichssachen verwendet, nicht blos den Garten zu Rense[2]). Beispielsweise soll das Folgende dienen, ohne dafs irgend eine Vollzähligkeit der Anführungen dabei nöthig oder angestrebt wäre. Es ist nur der Analogie der Fälle wegen.

So ist ein Gemeindebesitz das bekannte Galgenfeld bei Frankfurt, wo der in Rense gewählte König Ruprecht sein Lager aufschlug, um die Frist von 6 Wochen und 3 Tagen abzuwarten, bis ihn die Bürger in die Stadt liefsen. Diese Lagerung von 1400 vor der Stadt Frankfurt ist deshalb so wichtig, weil die sonst unbestimmt bleibende Örtlichkeit in diesem Falle bestimmt wird. Dafs es wirklich das Galgenfeld war, wo der neue König Ruprecht lagerte, darüber kann kein Zweifel sein. Zwar auch jetzt wird die Örtlichkeit wie verschleiert gehalten, er selbst datirt „in campis prope Franckfordiam“ (RTA. 4 nr. 135). Aber die Frankfurter Stadtrechnungen ergeben, dafs man durch den Scharfrichter erst den Galgen fegen und die Todten begraben lassen mufste[3]). Auch hat der Erzbischof Friedrich von Köln die Stadt erst um Genehmigung gebeten, „daz man in da zu felde wulle lassen herberge beslahin“[4]), man möge die Diebe von dem Galgen thun oder einen Bretterverschlag um den Galgen machen[5]). Dafs der König dann aber nicht durch das zunächst gelegene

---

[1]) Siehe unten bei K. Wenzel [Abschnitt IV].

[2]) Dafs die alten Deutschen ihre Staatsgeschäfte unter freiem Himmel beriethen u. s. w., wird wohl heute niemand mehr mit dem Garten bei Rense in Verbindung bringen wollen, wie Rinck 21—24 that. Auch die Nufsbäume werden ähnlich erklärt ibid. 24 f.: consuetudo antiqua — comitia in lucis.

[3]) RTA. 4, 200, 1 f. 7 f., Kriegk Frankf. Bürgerzwiste 249, Battonn Beschr. von Frankf. 1, 172 nt. 19, Schellhafs das Königslager 60 nt. 2.

[4]) Lager aufschlagen, Lexer mhd. WB. 1, 1252.

[5]) Mit breder und borten beslahin, RTA. 4, 150, 33.

Galgenthor[1]) seinen Einzug hielt[2]), sondern durch das Rödelnheimer Thor[3]), wird zufällige Gründe gehabt haben, und beweist nichts gegen den besprochenen Lagerort. Und dieser ist natürlich Gemeindegut. Dafs ein solches Lager aber gleichwohl, wenn auch nicht auf Privatgut ausgeführt, der Stadt erheblichen Schaden brachte[4]), ist immerhin begreiflich. Denn das Galgenfeld im Ganzen war nicht etwa unangebaut, im Jahre 1405 wurden auf ihm durch Rathsglieder und Geschworene die Grenzscheiden der Ackerfelder besehen[5]), und auch später sollen sich Nachrichten über angebaute dortige Grundstücke finden[6]). Das hindert aber nicht, dafs das Galgenfeld städtisches Eigenthum war und die Stadt darüber verfügen konnte; die Revision der Ackergrenzen durch Rathsglieder spricht eher dafür. Es ist wohl richtig, dafs der Platz nach mittelalterlichen Begriffen durch den Galgen nicht verunehrt war, denn er ist höchst wahrscheinlich zugleich Gerichtsstätte gewesen[7]), und es ist gleichgiltig, ob sich diese letztere Eigenschaft damals noch erhalten hatte oder das Gericht selbst bereits in der Stadt gepflogen wurde[8]). Der Mangel näherer Angaben, aufser in den Stadtrechnungen, ist also nicht die Folge von etwaigem Anstandsgefühl[9]). Dagegen spricht eben, dafs in einer Menge von Weisthümern Richtstätte und Gerichtsstätte zusammenfallen. Nur ein Beispiel: im Hochgericht bezw. Amt Bergpflege lag die Gerichtsstätte „auf dem Bubenheimer Berge, nicht weit vom Dorf Bubenheim“ (Weisth. vom 16. Nov. 1556), und hier war auch die Richtstätte (Weisth.

---

[1]) Jetzt Gallusthor.

[2]) RTA. 4, 161, 21 und 162, 8f., Rieger Altarsetzung 23 und 26.

[3]) Jetzt Bockenheimer Thor.

[4]) RTA. 4, 151, 31, vgl. 7, 154, 30, auch 7, 145, 32.

[5]) Kriegk Frankf. Bürgerzwiste 249 „umb lantscheidunge zu begeen und zu besehin“ nt. 5.

[6]) Kriegk 249f.

[7]) Kriegk 249, Kirchner Gesch. der St. Frankfurt 1, 501.

[8]) Ich verweise auch auf Lamprecht, zur Socialstatistik der deutschen Städte im Mittelalter, im Arch. f. soz. Gesetzg. und Statistik herausg. von Hnr. Braun III u. IV S. 487; dazu Hüffer 474ff.

[9]) Er erinnert aber an die unbestimmten Ausdrücke „loco ad hoc solito et consueto“, falls diese eine specielle Örtlichkeit Frankfurt's bezeichnen; doch vgl. Harnack Kurfürstenkoll. 96.

vom 12. Dec. 1550)[1]. Was das Frankfurter Galgenfeld betrifft, so vermuthet Schellhafs[2]), dafs auch Günther hier sich lagerte (vgl. Janson, Günther 26. 39. 59), was nach dem Zusammenhang der Dinge ergeben würde, dafs er da auch gewählt wurde. Auch Werunsky (Karl IV 2, 151 nt. 1) zieht bei Günther das Galgenfeld als Wahlort dem Klapperfelde vor. Über diesen letzteren Wahlort s. Olenschlager Staatsgesch. 83f. und N. Erl. der G. B. 18ff. Die Frage über ihn soll hier nicht besprochen werden, obschon sie es bedürfte. Ich verweise auch blos auf Harnack 96 (Wahlstätten Richard's, Ludwig's, Günther's; dazu Swsp. ed. Gengler cap. 108).

Man erinnert sich ferner an den Ausdruck von 1122 „apud Lobwisen quando dominus imperator annulum et baculum ecclesie remisit“[3]). Es ist die Örtlichkeit, wo die Verlesung und der Austausch der beiderseitigen Vertragsurkunden des Wormser Konkordates stattfand[4]). Der Akt ging nämlich nicht in der Stadt vor sich, denn es war ein öffentlicher Akt vor dem versammelten Volk und nicht blos vor den Fürsten, in der Stadt war dazu kein Platz, natürlich aber wäre der noch weniger dagewesen innerhalb irgend eines andern kleineren bewohnten Orts in der Nähe[5]), und ausdrücklich heifst es deshalb „hujusmodi scripta atque rescripta propter infinitae multitudinis conventum loco campestri juxta Rhenum lecta sunt, data et accepta“[6]), also jedenfalls im Freien. Natürlich ist dieser Punkt nicht bei dem doch schon zu entfernten Lorsch[7]), sondern er ist bei Worms, gleich am Rhein, und er ist eine Wiese, da war Platz für die grofse Menge. Bei Boos im Urkundenbuch von Worms kommen in dieser Gegend Schenkungen vor: 76, 9, um 1190 angesetzt,

---

[1]) Mittheilung von Professor Loersch.

[2]) Königslager 60 nt. 2 u. 143.

[3]) Stumpf Regesten 3182.

[4]) Brefslau in Mitth. des Wiener Instituts 1885 6, 116.

[5]) Wie es scheinen könnte, wenn man sagt „zu Lobwisen“.

[6]) Ekkehard M. G. SS. 6, 260, 31f.

[7]) Da Loubwisa als Besitzung des Abtes von Lorsch (nach dem chron. Lauresham. M. G. SS. 21, 347, 39) ist vielleicht nur ein Theil des Flurkomplexes gewesen, der diesen Namen führte, während andre Theile desselben im Besitz von Privaten, aber auch der Stadt Worms gewesen sein können. An das früher zu Worms und jetzt zu Lampertheim gehörige Bürgerfeld ist erinnert worden.

heifst es „sita autem sunt hec prata in prato[1]) quod dicitur Loubwisen"[2]). Es ist also ein pratum, das selbst wieder prata in sich enthält, also eine zusammenfassende Bezeichnung für zusammenhängende Grundstücke, die zum Grasbau verwendet wurden. Ein Stück dieses pratum's, ein solches Theil-Pratum, wird im Besitz der Gemeinde Worms gewesen sein[3]).

Den Schlangen-Garten zu Mainz hat Friedrich II. auf dem glänzenden Reichstag daselbst im August 1235 zu einem grofsartigen Festessen benutzt[4]). Die Sächsische Weltchronik in M. G. Deutsche Chron. 2, 251, 2 berichtet davon: „doselves hadde de keiser enen groten hof to Megenze to sente Marien missen der eren, dar he cronen droch, unde waren de vorsten vil na alle dar unde andere herren vile. he at do in der wormlage in dem velde; dar waren upgeslagen selcene [seltsame] pav-

---

[1]) Vgl. den Ausdruck „collecta curia, in loco qui Lobwise dicitur", in der Stelle bei Scheffer-Boichorst annal. Patherbrunnenses 195.

[2]) Vgl. Boos 141, 18 und 156, 31 vom 13. Jahrhundert. Auch die von Schenk zu Schweinsberg angeführte Urkunde von 1251 aus Bauer's Hess. Urkk. 3, 596 spricht von Wiesen einer Wormser Bürgerin sita in Loubwisen.

[3]) Es ist beim Konkordat wohl nicht an den Wiesengrund (ein Theil der Wiesen heifst Kieselwiese) zwischen Stadt und Flufs zu denken wo jetzt noch Volksfeste abgehalten werden; O. Falk meint so, in Forsch. 13, 398f. Besser denkt man an die rechte Seite des Rheins unweit des sagenberühmten Rosengartens. Dies ist die begründete Ansicht des Freiherrn Schenk zu Schweinsberg (Quartalbll. d. hist. Vereins für das Grofsh. Hessen 1876 nr. 3 u. 4 pag. 11, mit Westdeutscher Zeitschrift 1888 VII S. 96, Arch. f. Hess. Gesch. 14, 445f.), und Pfr. Frohnhäuser zu Lampertheim hat gefunden, dafs noch heute in dem schmalen Theile der Gemarkung Bürstadt, der zwischen den Gemarkungen (s.) Lampertheim und (n.) Hofheim bis nahe an den Rhein vorspringt, eine Wiesenstrecke liegt, welche den Namen Laubwiese führt (also ist bei Lobwisen nicht mit Stumpf Regesten 3182, zu denken, dafs dies liege bei Lorsch, in der Mark Heppenheim, d. h. an der Bergstrafse). Bisestad, Bisinstidi kommt schon in älterer Zeit als Versammlungs- oder Zusammenkunftsort vor, es ist das genannte Bürstadt. So 873: rex de Franconofurt transiens in villa Bisestat prope Wormatiam placitum habuit —, undique convenientium querimoniis legitime terminatis —, ann. Fuld. M. G. SS. 1, 386, 1. So 984: [Heinricus dux] in pascuis ad Bisinstidi pertinentibus ad alloquendos regionis illius principes consedit, Thietm. chr. l. 4 c. 3 M. G. SS. 3, 768, 34; inter regem et ducem pax firmatur usque ad supramemorata Bisinstidi prata ib. c. 6 M. G. SS. 3, 770, 4.

[4]) War Raum in der Stadt, so konnte ein solches Festessen in eigens errichteten Speisehallen stattfinden, wie in Metz zu Weihnachten 1356 in medio civitatis in placza; bei Benesch von Weitmil. Vgl. den Reichstag 1338 auf dem Marktplatze zu Koblenz, bei Ehrenberg RT. 1273—1378 S. 38; dazu S. 53.

lune [pavillone], de de soldan deme keisere gesant hadde. Da ist wurmlâge [oder wurmgarte] der Ort, wo gehegte Schlangen liegen, Schlangengarten, wie Lexer erklärt, und Weiland bemerkt dabei, dafs also zu Mainz ein Garten existirt habe, in welchem Schlangen gehalten wurden. Das Lokal soll 1298 zu einem politisch bedeutenden Akte gebraucht worden sein. Die ann. Mog. in M. G. SS. 17, 3, 18 berichten: „Gerhardus archiepisc. Mogunt., dux Saxoniae, et marchio Brandenbuorgensis, Moguntiae in horto ferarum deposuerunt de facto regem Adolfum et substituerunt Albertum ducem Austriae“ [1]). Es gab also da nicht blos Schlangen, sondern es ist überhaupt ein Thiergarten [2]) für wilde Thiere. Es wird dieselbe Bewandtnis haben mit Nürnberg 1274, wo es von K. Rudolf in der Sächs. Forts. der Sächs. Weltchronik l. c. 287, 4 heifst: „des andern tages darnach as her in der wormlage mit den fursten“. Es mufs in den beiden Städten keinen andern Raum gegeben haben, der grofs genug war, oder man wünschte dem Volk das Schauspiel der Öffentlichkeit zu gönnen. Man darf ruhig annehmen, dafs diese Lokale in Mainz und Nürnberg auf städtischem Grundbesitze sich entwickelt hatten.

III.

Die Stadt Frankfurt kann seit dem Interregnum durch das Herkommen als der gesetzliche Ort für die Wahl der deutchen Könige betrachtet werden [3]). Als es sich aber um die Erhebung des Markgrafen

---

[1]) Lorenz Deutsche Gesch. im 13. und 14. Jahrhundert 2, 650 nt., Kopp Eidg. Bünde 3, 1, 364 nt. 2, und J. Weizsäcker der Pfalzgraf als Richter über den König 20.

[2]) Ein noch heute bekannter Thiergarten, bemerkt Böhmer Reg. 235 S. 371; und Stramberg Rh. Antiquarius 2, 4, 61 sagt: im Thiergarten zu Mainz, da wo es jetzt auf dem Höfchen heifst, weil daselbst, vor Erbauung der Martinsburg, die Erzbischöfe einzukehren gewohnt.

[3]) Harnack in den Waitz-Aufsätzen 369f., und im Kurff. Koll. 96.

Karl von Mähren auf den deutschen Thron handelte und die Stadt fest auf der Seite Ludwig's des Baiern blieb, so wurden die Kurfürsten auf den 11. Juli 1346 nach Rense eingeladen. An diesem Ort war zwar, wie wir wissen, schon wiederholt über Wahlsachen verhandelt, aber noch nie war ein König daselbst gewählt worden. Aus der Geltung Frankfurt's als Wahlstadt erklärt sich dann das Folgende. Erzbischof Gerlach von Mainz durfte die Wahl nur in diese Stadt ausschreiben, und wenn es nun nicht möglich war in Frankfurt zusammenzukommen, so mufste eine gewisse Vorsicht in Betreff des abweichenden Ortes gebraucht werden, zu dem man genöthigt war. Er ladet also den Kurfürsten von Köln jetzt zwar nach Rense ein, aber zunächst nicht zur Wahl, sondern nur „ad tractandum de electione"; dann konnte sich ja noch eine Wahl daraus entwickeln, zu der aber nicht geladen war, und dies war natürlich ein so sehr möglicher Fall, dafs der Ausschreibende schon jetzt darauf hinzuweisen sich erlaubte „et etiam, si divina clementia annuerit, ad eligendum"[1]).

Man konnte sich, wenn die unvermeidliche Sache einmal geschehen war, dann damit befassen, den ungewöhnlichen Wahlort als den gewöhnlichen hinzustellen. Benesch von Weitmil thut das bereits: Renis — ubi iste actus fieri est consuetus[2]). Bei dem nahen Verhältnifs dieses Autors zu Karl IV[3]) mufs man dies geradezu als die officiöse Auffassung

[1]) Bodmann cod. epist. Rud. 1, 383 und Kindlinger Samml. merkw. Nachrr. und Urkk. Heft 1 S. 65. Auf diese ganze Feinheit hat kurz aufmerksam gemacht Harnack (mit Hinweisung eben auf Bodmann l. c.) Kurff. Koll. 97 nt. 1. Sie tritt aufser in diesem Wahlausschreiben auch in den Wahlanzeigen an den Pabst hervor: electoribus —, ad pretactis periculis — occurrendum, ubi principes electores dicti imperii pro negociis ejusdem convenire alias consueverunt, — apud quos totum jus et potestas eligendi Romanorum regem in imperatorem promovendum integraliter residebat, convenientibus et personaliter consistentibus, et provide attendentibus non posse conveniencius quam per electionem futuri regis in imperatorem promovendi pretactis periculis et turbacionibus obviari (Theiner cod. dipl. d. t. s. s. 2, 162 und 163). Die Kurfürsten kommen also gar nicht zum Wählen nach Rense, aber da sie einmal dort sind, fällt es ihnen nach reiflicher Erwägung eben doch ein, und dann thun sie es auch wirklich.

[2]) Fontes rer. Bohem. 4, 513 ed. Emler 1884 (SS. rer. Bohem. ed. Pelzel u. Dobrowsky 2, 339) convenientes ad locum, cui Renis vocabulum est, super insula Reni, ubi iste actus fieri est consuetus, — direxerunt vota sua in — Karolum. Die Rhein-Insel ist auf keinen Fall richtig.

[3]) Ottokar Lorenz Geschichtsquellen 1, 308—10.

betrachten, wie Karl selbst sie verbreitet wissen wollte: Rense ist der herkömmliche Wahlort!

Von gröfserer Bedeutung ist aber eine solche Behauptung in einem officiellen Aktenstück, und auch dies fehlt nicht. Schon in dem vorhin erwähnten Ausschreiben des Tags nach Rense, von Erzb. Gerlach von Mainz an Walram von Köln gerichtet, tritt sie offen hervor. Von diesem Ausschreiben haben wir aber zwei Fassungen, die bei Lacomblet 3, 343 nr. 430 und die andere bei Bodmann 383 und Kindlinger 65. In der ersten derselben, auf die es hier ankömmt, heifst es, dafs er den Tag anzeigt zur Verhandlung über die Wahl und mit Gottes Hilfe auch zur Wahl selbst: ad tractandum de electione hujusmodi — et etiam divina nobis suffragante clementia ad eligendum; und etwas weiter unten wird von Rense gesagt: ubi alias et ab antiquo principes electores ad premissa convenire consueverunt. Also auch zur Wahl selbst dort zusammenzukommen sind die Kurfürsten von Alters her gewöhnt. Es ist aber, wie wir sahen, noch eine andere Fassung dieses Ausschreibens vorhanden, die dieselbe Adresse trägt, jedoch in verschiedenen Beziehungen abgeschwächt erscheint, die bei Bodmann und Kindlinger[1]). Wurde in dem früheren Exemplar an der göttlichen Hilfe kein Zweifel ausgesprochen (suffragante), so tritt sie jetzt nur noch im Konditionalsatz auf: si divina clementia annuerit, und von dem Wahlort heifst es nur: ubi alias et ab antiquo principes electores convenire consueverunt, und nicht „ad premissa" dabei, welches letztere, wenn es dastünde, das eligere als Zweck mit eingeschlossen hätte. Diese beiden Fassungen des Ausschreibens bestehen neben einander, sie enthalten im Übrigen die gleiche Aufforderung, sind vom gleichen Orts- und Tagesdatum, und scheinen beide expedirt worden zu sein[2]). Aus welchem Grund nun auch diese doppelte Expedition erfolgte, man sieht jedenfalls, dafs auf die Art der Fassung dieses Punktes Gewicht gelegt wurde. Die eine Fassung sagt, dafs im allgemeinen die Kurfürsten von Alters her in Rense zusammenzukom-

[1]) Bodmann cod. epist. Rud. 382—383, Kindlinger Samml. merkw. Nachr. u. Urk. 65; und offenbar ist die Fassung, welche Lacomblet l. c. nt. 1 noch daneben für ein zweites Exemplar der Urkunde angiebt, dieselbe wie bei Bodmann und Kindlinger, nur sind die Varianten nicht alle mitgetheilt.

[2]) S. Lacomblet l. c. nt. 1. Datum Metz 1346 Mai 20.

men gewöhnt gewesen seien; die andere erst fügt hinzu, dafs dies zu Wahlverhandlungen und auch zur Wahl selbst geschehen sei. Tritt nun hierin ein Schwanken zwischen beiden Auffassungen hervor, so setzt sich diese Unsicherheit fort in den Wahlanzeigen, die Balduin von Trier und Johann von Böhmen noch von Rense aus am 11. Juli 1346, dem Tage der Wahl selbst, an Pabst Clemens VI. erliefsen [1]). Nur dafs, wenn bei dem Wahlausschreiben die zwei Auffassungen sich auf zwei verschiedene Exemplare vertheilen, sie hier im gleichen Exemplar neben einander vorkommen. Zuerst heifst es, dafs in Rense die principes electores dicti imperii pro negociis ejusdem convenire alias consueverunt, also im allgemeinen in Reichsgeschäften. Dafs hier der Wahlort sei, können sie eben nicht behaupten, wenigstens nicht gleich. Allmählich, denn es ist zu lockend, thun sie es doch: loco pretacto ad hoc apto et honesto et consueto — in — Karolum — direximus vota nostra, und schliefslich, damit kein Zweifel am Ort möglich ist, wird noch beigefügt „acta sunt hec in pomeriis predictis". Und dies ist natürlich die eigentliche Meinung, die man hiermit zu verbreiten beabsichtigt, zunächst am päbstlichen Stuhle geltend macht. Alle Unsicherheit zwischen beiden Fassungen hört aber völlig auf in einer der übrigen Wahlanzeigen. Zwar die von Karl selbst an Strafsburg [2]) und an Hohenzollern [3]), und die von Balduin an Biberach [4]) gerichteten haben nur die Äufserung, dafs die Kurfürsten bis dahin gewöhnt waren sich für Reichssachen in Rense zu versammeln, also im allgemeinen. Aber die deutschgeschriebene Anzeige Rudolf's von Sachsen an Nordhausen [5]) tritt ganz offen und ungenirt mit der Behauptung hervor: (zu Rense am Rhein) da man vor alters hat Römische Könige erkoren. Daraus geht auch vollends mit Gewifsheit hervor, dafs die Wichtigkeit, die wir auf die einzelnen paar Worte legten, eine wohlbegründete war. Man hat es eben in jenen Tagen für wichtig genommen, aber geschwankt, unter Schwanken durchzudrücken

---

[1]) Bei Theiner cod. dipl. dom. temp. sanctae sedis 2, 162 nr. 159 und 2, 163 nr. 160 (Huber reg. Kar. IV Reichssachen nr. 6 pag. 524).

[2]) Wenckeri apparatus 201, und daraus in Olenschlager St. Gesch. 256.

[3]) Böhmer-Ficker acta imperii selecta 561.

[4]) Ebenda 749.

[5]) Klöden dipl. Gesch. d. Mf. Waldemar v. Brandenb. 3, 89.

gesucht, bis Einer es wagte, die reine und bestimmte Lüge ohne alles Schwanken in die Welt zu schicken. Wie gerade Rudolf von Sachsen zu der Keckheit kam, deutet er nicht an. Sein Brief ist wie die Briefe der Andern aus Rense und vom 11. Juli dem Tage der Wahl datirt, aber im Unterschied von ihnen nicht kanzleimäfsig, sondern individuell gehalten.

Man wird bemerken, dafs diese Geschichtsfälschung im Ganzen sehr behutsam vorgenommen ist. So in den Ausschreiben Gerlach's am meisten, wo die Haltung noch etwas versteckt ist, und die Unwahrheit nur im einen Exemplar vorkommt; zuversichtlicher und mit dem entscheidenden Wort loco consueto in einigen Schreiben an die Kurie, aber doch so, dafs diese Vorstellung ihre Neuheit nicht verbergen kann, indem sie zusammen mit apto et honesto in den Text gleichsam hineingeschmeichelt wird; „bequem und anständig“ war ja der Ort, warum sollte er nicht immer dafür gehalten werden, nicht längst gebraucht worden sein? Besser wäre diese Eigenschaft des Ortes gleich zu Anfang des Schreibens angebracht gewesen, aber weiter hinten fiel sie weniger auf, wenn man so gut darauf vorbereitet war. Und geschickt ist diese Vorbereitung gemacht. Aber fast wohlthuend wirkt dagegen die völlige Unverfrorenheit, mit der die nackte Lüge endlich, dritte Stufe, bei Rudolf von Sachsen auftritt.

Wenn Karl am gewohnten Orte gewählt wurde, so bedeutet das, dafs es der richtige Ort war. Und das wird deshalb sehr wichtig, weil ihm bald genug wirklich vorgeworfen wird, dafs er non in loco debito sich wählen liefs, denn de jure et antiqua consuetudine imperii approbata [—um] est quod debet eligi — in loco Frankenfurt, wie Ockam in einer Schrift gegen ihn geltend macht[1]). Und Henr. de Hervordia[2]) erzählt von der Gegenpartei: imperiales autem et fautores Lodewici dixerunt, electionem ejus penitus esse nullam, et ipsum nec motivis nec loco nec tempore nec modo debitis electum, und weiter unten: item nec loco debito Karolus fuit electus, puta Vrankenvord —[3]). Es ist daher, wie

---

[1]) Höfler aus Avignon 14 und 15; neu und gut herausgegeben von Karl Müller, Festschrift, Giefsen 1888, S. 16, 25; 20, 6; 23, 8; vgl. über diese Schrift Riezler Liter. Widersacher 271 f.

[2]) Ed. Potthast S. 275, vgl. Werunsky Karl IV. 1, 439 nt. 3.

[3]) Der Merkwürdigkeit wegen sei hier bemerkt, dafs Villani (cronaca ed. F.

in Voraussicht dieses Angriffes, alles Mögliche geschehen, um Rense als den durch das Gewohnheitsrecht des Reiches zur Wahl bestimmten Ort hinzustellen, und zu diesem Zweck eine dreiste Erfindung zu wagen.

Aufser der Unrichtigkeit des Orts wurden der Wahl Karl's IV. auch noch andere Vorwürfe gemacht, wie bei Heinrich von Hervord auch wegen tempus und modus[1]). Dafs nicht Alles in Ordnung war, ist offenbar auch das Gefühl der Wähler. Sie empfinden daher das Bedürfnifs, in der Wahlanzeige dem Pabste zu sagen, wie sehr sie gewünscht haben ulterius in dicto electionis negocio rite et legitime procedere, dem ein weiteres rite eligendo entspricht.

So wird zunächst sehr hervorgehoben das vorausgehende Überlegen und Verhandeln, das schon vor dem Wahltage wie es scheint, jedenfalls aber auf diesem selbst stattgefunden hatte, und das soll wohl von vornherein zum allgemeinen Eindruck der Richtigkeit und Rechtsgiltigkeit des Verfahrens führen (Harnack 105).

Dann aber noch anders weiterhin, ulterius! Die Erhebung auf den Altar zu Frankfurt war freilich sogleich in Rense nicht möglich, und konnte erst 1349 nachgeholt werden, s. Fritz Rieger Die Altarsetzung der Deutschen Könige nach der Wahl, 1885 Diss. Berlin S. 15—18.

Aber auf die Abhaltung einer Messe, wie sie durch die Goldne Bulle (ed. Harnack c. 2 § 1) dann auch ausdrücklich vorgeschrieben ist als dem Wahlakte vorangehend, dürfen wir schliefsen aus dem Berichte der Gesta Trevirorum[2]): invocato spiritus sancti adjutorio — elegerunt.

Gherardi = Dragomanni 12, 60) sagt, die Wahl wäre eigentlich per consueto in Nürnberg, aber Karl habe vom Pabste Dispens erhalten, dafs er sich wählen lassen könne wo er wolle. Die vita Lud. IV. (Böhmer Fontes 1, 159) läfst Karl sich nach Bonn (Pung) begeben, et, quia in civitate eligi non poterat, in aquis Rheni proklamirt werden.

[1]) Ed. Potthast S. 275: nec tempore debito quod per comitem Palatinum Reni fuerit ad eligendum assignatum, ad quod etiam per eundem principes electores fuerint ad eligendum convocati. ad comitem siquidem Palatinum Reni de jure et antiqua consuetudine regni pertinet hec determinare. vide principium capituli „Ludewicus“ [S. 230, wo auch gesagt wird, dafs der Pfalzgraf die Zeit von Recht und alter Gewohnheit des Reichs wegen bestimme]. sed nec istud in electione Karoli factum est. Vgl. über Termin und Ausschreiben Harnack Kurff. Koll. 95 u. 97, und in Waitz-Aufsätzen S. 367—369—371.

[2]) Ed. Wyttenbach und Müller 2, 258.

Ähnlich Benesch de Weitmil[1]). Diese Messe fand wohl ebenso gut im Garten selbst statt wie bei Ruprecht's Wahl zu Rense im Jahre 1400.

Dafs der Gewählte sich erst geweigert und dann erst langsam nachgegeben, gehört fast auch zum nothwendigen Ceremoniell. Benesch l. c. und Franciscus Pragensis[2]) berichten davon. Auch in der kurfürstlichen Wahlanzeige an die Kurie l. c. tritt dieser Theil der Sache sehr umständlich auf. Die blofse bescheidene Überlegung des Anerbietens erwähnt Karl selbst in den Wahlanzeigen[3]). Natürlich ist als Ergebnifs auch das wahr, was Heinrich von Diessenhoven (in Böhmer Fontes 4, 51) ganz einfach ausdrückt: cui electioni consensit. Man kennt diesen alten Gebrauch äufserer Bescheidenheit, und darf sich auch hier darüber nicht wundern, so widersinnig da die Zurückhaltung war, wo man ihm ja nachsagte, dafs doch alles schon vorher durch Korrespondenz abgemacht gewesen sei (Heinr. Hervord l. c.). Dafs später Ruprecht diesen Theil des Ceremoniells ebenfalls aufgeführt habe, davon finde ich wenigstens keine Nachricht. Vielleicht ist bei ihm doch einiges Gefühl durchgedrungen, dafs die richtige Bescheidenheit die gewesen wäre, dem legitimen König nicht an die Krone zu tasten.

Auch eine öffentliche Verkündigung der Wahl findet in Rense statt, wenn auch natürlich, wie wir sahen, ohne Erhebung auf den Altar. Balduin von Trier und Johann von Böhmen berichten davon bei Theiner l. c.: electione autem hujusmodi celebrata eam clero et populo copiose multitudinis ibidem existenti fecimus publicari. Wohl vorher schon fällt die Vorstellung im engeren Kreise der in unmittelbarer Nähe anwesenden Fürsten, bei Heinrich von Diessenhoven l. c.: et se ut Romanorum rex principibus ostendit — honoratus ab eis ut rex Romanorum ut decuit (nuncios — misit ad papam). Also Verkündigung der Wahl und persönliche Vorstellung[4]), natürlich alles noch im Garten, wo im Jahre 1400 die Verkündung des Neugewählten wahrscheinlich von dem neugebauten

---

[1]) Ed. Emler in Fontes rer. Boh. 4, 513 (und Scriptores ed. Pelzel und Dobrowsky 2, 339).

[2]) Fontes rer. Boh. 4, 442 ed. Emler (Dobner 6, 300).

[3]) Wencker appar. 201 und daraus bei Olenschlager St. Gesch. Urkk. S. 256, und Böhmer-Ficker acta imp. selecta 561.

[4]) Harnack 106.

Königstuhl herab stattfand. Dazu dann endlich Vermeldung der Wahl nach aufsen, an Fürsten und Städte und an den Pabst[1]), falls man dies noch mit zu den Wahlhergängen rechnen will.

Man kann es übergehen, dafs bei Barthold im Römerzug 1, 310 schon bei dem Vorakte der Wahl Heinrich's VII. zu Rense 1308 „ein steinerner Altan" auftritt. Bei Karl IV. geht Olenschlager in der St. Gesch. 358 weiter, und ebenso in der N. Erläut. der G. B. 414, indem er berichtet, man habe Karl'n IV. nach dem Wahlakte in Ermangelung des sonst zu dieser Feier bestimmten hohen Altars zu Frankfurt auf dem gleich vor Rense gelegenen Königstuhl in die Höhe gehoben, um ihn dem anwesenden Volke vorzustellen. Ihn hat dann sichtlich Pelzel vor Augen gehabt[2]). Werunsky[3]) wendet dagegen den Umstand ein, dafs in den Quellen von der Vornahme eines solchen Aktes nichts überliefert sei. Einfacher kann man sagen, dafs es damals noch gar keinen Königstuhl gab. Dafs aber bei der Proklamation das Publikum ein Vivat rex rief und eine Fahne aufgesteckt war, mag ja ganz richtig sein[4]). Es kann gleich hier bemerkt werden, dafs Olenschlager ohne allen Grund den König Wenzel, als er von der Frankfurter Wahl zu seiner Krönung nach Aachen zog, auf dem Königstuhl nochmals, nachdem es schon in Frankfurt geschehen[5]), dem Volke vorgestellt werden läfst[6]). Auch jetzt bestand dieses Gestühle noch nicht. Allerdings war schon am 11. Nov. 1374[7]) verabredet worden, dafs die Wahl in dem Baumgarten zu Rense stattzufinden habe, wozu es dann nicht kam, aber nicht einmal bei dieser Verabredung war die Rede davon, dafs er in Rense auf einen irgendwie erhöhten Punkt zu bringen sei, sondern im Gegentheil soll man ihn nach der Wahl nach Frankfurt auf den Altar führen wie es gewöhnlich sei[8]). Ein solcher Zwischenakt nach der (Frankfurter) Wahl und vor

---

[1]) Werunsky 1, 436f.

[2]) Pelzel Karl 1, 150.

[3]) Werunsky Karl IV. 1, 436 nt. 2.

[4]) Vita Ludovici bei Böhmer Fontes 1, 159.

[5]) Rieger l. c. 18.

[6]) Olenschlager G. B. 415.

[7]) RTA. 1, 19, 15.

[8]) RTA. 1, 19, 17.

der (Aachener) Krönung tritt überhaupt erst bei den Wahlen von Jost und Sigmund wenigstens in Aussicht[1]). Pelzel[2]) hat denselben bei Wenzel nur aus Olenschlager.

IV.

War Karl IV. unregelmäfsigerweise in Rense gewählt worden, so hat es bei seinem Sohne Wenzel zunächst ganz den Anschein, als ob es auch bei ihm so gehalten werden sollte. Olenschlager G. B. 415 weifs sogar zu berichten, dafs Karl den Sohn lieber zu Rense als zu Frankfurt gewählt haben wollte, „um die Rechtmäfsigkeit seiner eigenen Wahl zu beschönigen", und dafs die Kurfürsten ihm hierin widerstanden hätten!

Die Sache ist diese. Am 11. Nov. 1374 erweist der Kaiser dem Erzbischof Kuno von Trier unter vielem andern die Gefälligkeit, dafs er das Reichsgesetz aufhebt, wonach der deutsche König in Frankfurt gewählt werden mufs[3]). Die hier gemeinte Bestimmung ist im 1. Kap. (art. 16) der inzwischen entstandenen Goldenen Bulle enthalten: in civitate Frankenford sepedicta conveniant [principes electores] electuri regem Romanorum in caesarem promovendum. Diese gesetzliche Bestimmung hat Karl dann noch öffentlich in einer kurzen besonderen Urkunde vom gleichen Tag wirklich aufgehoben, und die neue gesetzliche Bestimmung entspricht auf das Wort hin dem betreffenden Artikel der umfassenderen für Kuno bestimmten Urkunde.

Doch in einem Hauptpunkte sind beide verschieden. In der längeren Urkunde verspricht der Kaiser alles dafür zu thun, dafs, wenn Wenzel noch zu väterlichen Lebzeiten erwählt würde, die Wahl geschehe „in dem baumgarten zu Rense uff dem Rine bij Stolzenfels gelegen und

---

[1]) Weiter unten, wo diese Beiden behandelt werden [in Abschnitt VII].

[2]) Pelzel Karl 2, 909 nt. 6 und im Wenzel 1, 53 nt. 1.

[3]) RTA. 1, 19 nr. 3 art. 13.

nyrgen anders". In der kürzeren Urkunde hat er das weggelassen[1]). Vor Entscheidung dieser Dinge gab es natürlich Verhandlungen, die wir nur nicht mehr haben, wo aber die Meinungen auseinandergingen. Wahrscheinlich hat der Erzbischof verlangt gehabt, dafs für künftig einfach Rense als Wahlort statt Frankfurt's in die neue Gesetzesbestimmung komme. Abgesehen davon, dafs das Abkommen nur so einen wirklichen dauernden Werth für Trier hatte, so ist auch im Texte der für Trier bestimmten Urkunde vielleicht noch eine Spur davon, dafs er früher anders gelautet hat oder lauten sollte nach Absicht oder Entwurf Kuno's. Nämlich zuerst soll da „unser son" zu Rense gewählt werden, und darnach soll man „den Roemschen küning" nach Frankfurt zur Exaltation führen. Also in der ersten Stelle ist nur von dem Falle Wenzel's die Rede, und in der zweiten, im engsten Zusammenhange damit, vom Römischen König im allgemeinen. Entweder müfste es heifsen: Wenzel soll zu Rense gewählt und dann noch nach Frankfurt geführt werden, oder aber: der künftige Römische König überhaupt soll in Rense gewählt und erst nach der Wahl nach Frankfurt geführt werden. Es ist leicht zu erkennen, dafs das letztere die Meinung Kuno's war. Aber darin liegt es: den allgemeinen Vorschlag der Wahl in Rense beschränkt Karl auf den Fall der Erwählung seines Sohnes, die Führung auf den Altar zu Frankfurt blieb stehen für alle künftigen Gewählten. Dort hat die Veränderung des Kurtrierischen Entwurfs stattgefunden in Karl's Sinn, hier ist die volle Durchführung desselben aus Zufall unterblieben, und sie konnte unterbleiben ohne Schaden, weil, was für alle künftigen Gewählten galt, auch für Wenzel gelten mufste. Die allgemeine Fixirung der Königswahl auf Rense aber hat Kuno jedenfalls nicht erreicht.

Als Veranlassung der Verfassungsveränderung wird an beiden Stellen angegeben: dafs die Wahl frei sein möge. Eine solche Einwendung gegen Frankfurt kann nicht wohl heifsen, dafs in der Reichsstadt der König oder Kaiser, wenn er noch am Leben ist, zu viel Einflufs haben würde auf die Wahl seines Nachfolgers; die Stadt hat ja nicht zu wählen, sie bietet nur Herberge den Wählern. Aber allerdings will Kuno eine wirkliche Freiheit, nämlich die freie Wahl des Wahlortes, nachdem

---

[1]) Wie auch Huber Reg. Kar. 5422 bemerkt.

er die Fixirung der Wahl nach Rense nicht hatte erzielen können. Es ist die einzig mögliche Auslegung. Sie empfiehlt sich auch deshalb, weil das Gesetz, die kleinere Urkunde, dann einfach den Sinn hat, man solle künftig wählen können, wo man will, und weil sich also damit von selbst erklärt, warum in demselben kein anderer Ort dafür angegeben ist, während in der gröfseren Urkunde diese Freiheit einfach wiederholt, nur für den einzigen nächsten Fall dem Kurfürsten von Trier schon jetzt zugegeben wird, dafs es Rense sein soll. Es liegt sehr nahe, dafs es dem Kurfürstenkollegium zugedacht ist, überhaupt von jetzt ab den Wahlort jedesmal festzusetzen[1]). Darum kann Karl nur sagen, dafs er zum nächsten Falle Alles für Rense thun wolle, weil es nicht allein von ihm abhing. Dieses gegenüber von der Goldenen Bulle neue Recht der Kurfürsten tritt auch gleich 1376 ein, indem in Rense sie selbst die Wahl erst noch nach Frankfurt legen, Karl selbst mitten unter ihnen[2]). Ja vorher schon, im März 1376, haben die Kurfürsten den Wahlort bestimmt, und zwar nach Frankfurt, es war auf dem Tag zu Nürnberg, und Karl zeigt es von dort dem Pabst am 30. März an[3]). Ausgeschlossen war ja auch Frankfurt nicht durch die neue Bestimmung; aufgehoben war nur die Ausschliefslichkeit dieser Stadt, wie sie die Goldene Bulle festgesetzt hatte[4]). Ich glaube nicht, dafs es Karl'n mit Rense auch nur für den nächsten Fall jemals Ernst war. Deshalb konnte in dem Gesetz auch ganz gut die Führung auf den Altar wegbleiben. Diese verstand sich ja von selbst, wenn es Karl'n gelang, dafs trotz Allem die Wahl doch in Frankfurt vorgenommen wurde[5]).

---

[1]) Wie dies ja bereits längere Zeit mit der Festsetzung des Wahltermins der Fall gewesen war, s. Harnack in Waitz-Aufsätzen 367—368. Im Jahr 1308: in diem concordavimus et ipsam prefiximus, M. G. LL. 2, 490, 19. In der G. B. hat dieses Recht Kurmainz, Harnack ib. 368 und in dessen Kurf. Koll. 150.

[2]) RTA. 1, 125, 10 concordavimus in locum opidi Frankemfurte.

[3]) RTA. 1, 90, 11 nr. 60 principes electores concordarunt.

[4]) G. Bulle ed. Harnack c. 1 art. 15 electores Frankenfurd — esse debeant constituti.

[5]) Ich bemerke zu diesem Abschnitt noch, dafs ich nicht ganz einverstanden bin, wenn man nun den Sinn der an Kuno ausgestellten Urkunde so wiedergiebt: Endlich [aufser andern Punkten dieser Urkunde] sollte die Bestimmung der Goldenen Bulle, dafs die Wahl in Frankfurt vor sich gehe, widerrufen und „damit die Wahl und Kur frei

Damit kommen wir auf die Frage, wie es sich gemacht hat, dafs nun gleichwohl schon 1376 nicht zu Rense, sondern doch wieder zu Frankfurt gewählt wird. Karl hatte bereits am 11. Nov. 1374 dem Verlangen Kurtriers offenbar nur nothgedrungen, und vielleicht auch da nur halb, und auch das nur scheinbar und vorläufig, nachgegeben. So wird es uns nicht befremden, wenn er im Jahre 1376 dem Erzbischof die eine Concession, die der Wahl Wenzel's zu Rense, in Rense selbst wieder zu entziehen sucht. Dies zeigt uns der Brief Johann Pfaffenlap's[1]), und nur von diesem Gesichtspunkt aus kann dieser Brief verstanden werden. Zuerst, das zeigt der Brief, thut der Kaiser so als ob er beabsichtige seinem Zugeständnifs von 11. Nov. 1374 Folge zu geben, er kommt mit den Kurfürsten wirklich zusammen in Rense, nicht etwa zu vorausgehenden Berathungen, sondern zur Vornahme der Wahl selbst: die wal aldar vorzunemmen. Das heifst, er thut wenigstens so. Aber ehe es dort zu einer Wahl kommt, giebt es noch eine Unterredung zwischen ihm und den Kurfürsten, wobei ein Streit entsteht zwischen ihm und etlichen von ihnen, nämlich Kurtrier (dieses ist voran genannt) und Kurköln[2]). Es wird nicht gesagt, worin dieser Streit seinen Grund hatte[3]), aber man sieht es aus dem Folgenden ganz klar, „das wart zu stunt übertragen, und wart der künig nit gewelet zu Rense". Darin lag die Differenz: der Kaiser will nicht zu Rense wählen lassen, wie er sich doch den Anschein gegeben hatte[4]), aber die beiden Erzbischöfe wollen die Wahl dort haben. Balduin von Trier hatte das kaiserliche Wort, und Friedrich von Köln wollte als Herr in Rense die Aussicht auch nicht fahren lassen. Eine Ehre war es für beide, denn auch Kuno[5]) war geehrt, wenn die

---

sein möge," sie in dem Baumgarten zu Rense vollzogen und der Gewählte erst dann in Frankfurt nach altem Brauche auf den Altar gesetzt werden.

[1]) RTA, 1, 80f. nr. 53.

[2]) Dafs es nur diese zwei sind, welche Opposition machten, wird daraus wahrscheinlich, dafs alle anderen Kurfürsten gleich mit Karl nach Frankfurt reisten, und nicht mit diesen beiden; sie sind alle genannt in nr. 53. Der Kaiser hatte die Mehrheit des Kollegiums auf seiner Seite.

[3]) Ich sehe ihn nicht, wie Eschbach 69, in einem Bedenken der Beiden gegen die Führung der Mainzer Kurstimme durch Ludwig von Meifsen.

[4]) Noch bei der Abreise dahin, RTA. nr. 53. Pfaffenlap und die Frankfurter liefsen sich von ihm täuschen, so gut wie die Kurfürsten.

[5]) Das ist vollständig zuzugeben. Aber dafs „durch die Vornahme der Wahl in

Wahl in seiner Diöcese stattfand. Sein dem Trierer gegebenes Versprechen zu halten, gedachte aber Karl wohl niemals. Schon am 30. März 1376 schrieb er aus Nürnberg an Gregor XI., alle anwesenden Kurfürsten seien dahin einig geworden, dafs die Wahl am 1. Juni zu Frankfurt stattfinden solle, also nicht zu Rense (RTA. 1, 91, 4). Damals war der Kurfürst von Trier freilich nicht dabei gewesen[1]), er wird aber seinen Widerspruch nicht aufgegeben haben. Karl mufste sich deshalb den Anschein geben, als ob es ihm mit Rense Ernst sei[2]). Wie sie aber richtig in Rense beisammen sind, sucht er die Sache nach Frankfurt zu ziehen. Der Streit löst sich, und zwar bald, wie es scheint, aber nach dem Willen Karl's und nicht nach dem Verlangen Kurtriers[3]). Von Wenzel heifst es[4]): „ime war ein gut furheissen geton"; das Übrige wird nach Frankfurt gelegt, nämlich die Hauptsache, die Wahl. Die Parteien sind aber doch noch verstimmt, denn sie reisen nicht zusammen nach Frankfurt, Karl und Wenzel kommen schon am Sonntag den 8. Juni dahin, mit ihnen Pfalz, Brandenburg, Sachsen, Kurmainz. Die zwei Freunde Kurtrier und Kurköln aber langen erst Montags den 9. Juni dort an. Man möchte fast fragen, ob Karl am 3. Juni in Bacharach auf dem Rückwege ihrer noch

---

Rense den Rheinischen Kurfürsten ein gewisser Einflufs auf die Verhandlungen gesichert" werden konnte, glaube ich nicht, weil ich nicht sagen könnte, worin er bestände. Es sind auch bei Wenzel's Wahl nicht die Rheinischen Kurfürsten überhaupt, die auf Rense dringen; sie haben sich in Nürnberg ja mit hergegeben zu dem Beschlufs vom 30. März, der auf Frankfurt lautete (RTA. 1, 91, 3), wo nur Kuno von Trier fehlt. Der Kölner scheint zu schwanken, da er in Nürnberg am 30. März auch mit den Andern bei dem einmüthigen Beschlusse ist, vermuthlich weil er die Leitung Kuno's dort nicht genofs wie nachher in Rense; Beide sind schon 20. Juni 1371 in sehr engen Beziehungen wegen der Wahlfrage, wobei der Kölner als der Abhängige erscheint (RTA. 1 nr. 9).

[1]) Laut Görz Trier. Reg. urkundet er am 7. April in Ehrenbreitstein.

[2]) Karl hatte am 30. März dem Pabste den 1. Juni als Tag der Frankfurter Wahl angekündigt (RTA. 1, 91, 4), am 22. Mai gab er dem Gesandten desselben Probst Audibert die Verschiebung auf 10. Juni zu (RTA. 1, 100, 14). Gleichwohl findet der Akt zu Rense schon am 1. Juni statt (RTA. 1 nr. 44 und 53). Also ist es ihm gewifs nicht Ernst damit, die Wahl in Rense vornehmen zu lassen, wenn er auch hingeht.

[3]) Man kann also gewifs nicht sagen, dafs Karl Mittel und Wege gefunden habe, mit einem geschickten Zuge dem Pabste, dem Erzbischof von Trier und der goldenen Bulle gerecht zu werden. Auf den Trierer pafst das nicht.

[4]) RTA. 1, 81, 8.

gewartet hat, als er dort seinen Brief[1]) an Frankfurt schrieb. Sie beeilen sich nicht ihm nachzukommen, sie wollen den Einzug in Frankfurt nicht mitmachen, und es gelingt ihnen das zu vermeiden. Bei einer so starken Verstimmung kann es wohl Wunder nehmen, dafs Karl und die Kurfürsten am 10. Juni in der gröfseren ihrer Wahlanzeigen an die Kurie erzählen können[2]), Kuno selbst sei es gewesen, der in Rense die Verlegung des Wahltages nach Frankfurt vor ihnen und der ganzen Versammlung feierlich verkündigt habe. Eine Demüthigung ohne Gleichen, da er das vertragsmäfsige Recht hatte, die Wahl in Rense vorgenommen zu sehen. Man könnte versucht sein an diesen peinlichen Vorgang nicht recht zu glauben; jedenfalls diente seine Erwähnung mit dazu der Kurie begreiflich zu machen, dafs die vollste Übereinstimmung in Rense erreicht worden sei.

Die Partei Karl's, die ihm in Rense zum Sieg verholfen hatte, bleibt nun ganz stramm bei ihrem Programm, so dafs Ruprecht die Frankfurter, welche Wenzel beim Einzug in die Stadt als einen König empfangen wollten, daran hindert, indem er sagt: „er wer' noch nit gewelet“. Was war denn aber nun in Rense geschehen? Was ist das „gut furheissen“, das Wenzel dort erhielt und von welchem Pfaffenlap berichtet[3])? Es ist das eine Redeweise wie sie dem Verständnisse des Publikums nahe lag, den technischen Ausdruck aber dürfen wir von Karl erwarten. Und der hat ihn auch gegeben in seinem Brief an Frankfurt, den er auf dem Weg dahin am 3. Juni in Bacharach schrieb[4]). Er behauptet da freilich, dafs es ohne allen Zwist und Zank[5]) abgegangen sei, und das ist nicht wahr[6]), aber das andere wird richtig sein, wenn er sagt, dafs sie zu Rense den Wenzel zum Römischen Könige „genant“ haben und dafs sie ihn über acht Tage in Frankfurt zum Römischen Könige „kysen“ wol-

---

[1]) RTA. 1 nr. 44.

[2]) RTA. 1, 121, 26—30.

[3]) RTA. 1, 81, 8 nr. 53: ime war ein gut furheissen geton, und zugent die wal gen Frankenfurt.

[4]) RTA. 1 nr. 44.

[5]) On alle zweiunge und on alle stozze.

[6]) Pfaffenlap RTA. 1 nr. 53 sagt das Gegentheil deutlich, und es ist wie wenn er beabsichtigt hätte Karl'n direkt zu widerlegen, indem er dasselbe Wort braucht: und wurdent etteliche fürsten etwas stössig mit ime.

len. Und das ist die „gute Verheifsung“, die der Candidat dort erhielt, während das „Kiesen“ verschoben wurde. Es sind ja, wenigstens in der Zeit vor der Goldenen Bulle, zwei Theile der Wahl zu unterscheiden, nominare und eligere, und diese beiden Theile, die sonst am gleichen Ort auf einander folgen, werden hier getrennt, der eine ist nach Rense verlegt, der andere für Frankfurt vorbehalten[1]).

Die Stimmgebung fällt auf den ersten Theil, das nominare; aber diese Stimmgebung ist nicht die entscheidende Handlung. Ganz deutlich wird der Sinn der Stimmgebung bei Heinrich VII[2]): in Henricum votis diligenter inquisitis consensimus concorditer et ipsum nominavimus quilibet nostrum pro se in regem eligendum; oder: direxisse concorditer vota sua in Henricum in eum consentiendo et ipsum nominando in regem eligendum. Bei Ludwig dem Baiern[3]): in L. nos votis nostris per dominum Moguntinum diligenter inquisitis consensimus concorditer et ipsum nominavimus quilibet nostrum pro se nullo penitus discrepante in R. regem eligendum. Und bei Friedrich dem Schönen[4]): tandem in F. consensimus et in ipsum vota nostra direximus ipsumque nominavimus eligendum in regem. Der erste Theil besteht also zunächst aus dem vota inquirere, welches dann den consensus der bekannten Einstimmigkeit ergiebt, und das Resultat ist das nominare. Aber es bedeutet noch kein nominare regem, keine Ernennung des Königes, sondern nur ein nominare in regem eligendum, eine Nennung der bestimmten Person mit dem Zweck und der Folge, dafs sie zum König gewählt werden soll und gewählt werden wird. Diese Wahl kann nun schon nicht mehr ausbleiben, aber sie ist noch nicht geschehen. Eine Art Abstimmung ist da, d. h. die Einstimmigkeit ist constatirt und dies allein war der Zweck der ersteren; aber die rechtliche Folge davon ist noch nicht ausgesprochen.

Das letztere geschieht erst durch den zweiten Theil des Gesammtaktes. Er besteht darin, dafs Einer von denen, welche zu dem einstimmigen Votum beigetragen haben, den speciellen Auftrag der Übrigen er-

---

[1]) Die örtliche Trennung der beiden Theile des Wahlakts soll hier nur berührt werden.

[2]) M. G. LL. 2, 490, 36.

[3]) Riedel Cod. dipl. Brand. 2, 1, 358.

[4]) Olenschlager Staatsgesch. Urkk. S. 64.

hält, das eligo auszusprechen und dies dann in ihrem und seinem eigenen Namen thut. Es schliefst sich das approbavimus der Übrigen an, und damit ist dann der Gesammtakt der Erwählung fertig. So bei Rudolf I.[1]): [Heinricus] electionis tempore de nobis [Rudolfo] celebrate in Ludovicum concorditer extitit compromissum; qui compromissum hujusmodi in se recipiens, suo et dicti Heinrici ducis fratris sui ac omnium aliorum principum jus in electione habentium auctoritate et nomine in Romanorum regem sollempniter nos elegit. Oder bei Heinrich VII.[2]): ego Rudolfus de mandato et voluntate speciali coelectorum meorum omnium eundem Henricum elegi solemniter in hunc modum: — ego vice mea et coelectorum meorum omnium ex potestate mihi ab eisdem tradita specialiter et concessa eundem invocata sancti spiritus gratia eligo in regem. Und wörtlich ebenso bei Ludwig dem Baiern[3]), und Friedrich dem Schönen[4]). Mit der Aufstellung dieses Wählers, der für Alle wählt, läfst sich vergleichen eine der Einrichtungen, wie es beim Gericht gehalten wird. Der Richter frägt einen Schöffen oder Dingmann um das Urtheil, und dieser geht mit den Übrigen hinaus um nach draufsen gepflogener Berathung das Urtheil einzubringen, welches dann der Gefragte gleichsam Namens Aller ausspricht[5]). Nur dafs bei der Königswahl nicht hinausgegangen wird; aber das Princip der Übertragung auf einen Einzelnen ist dasselbe. Nun hat Harnack andererseits die Vergleichung der Verkündigungen der Königswahl mit denjenigen der Pabstwahlen ganz treffend durchgeführt[6]); also was ich hinzufüge, ist nur die Erklärung für die genannte Übertragung auf einen Einzelnen, die sich bei dieser Vergleichung noch nicht ergeben hatte[7]). Schliefslich ist aber nicht zu ver-

---

[1]) Bericht darüber in der etwas späteren Urk. der Quellen und Erört. 5, 278, dat. Augsb. 1275 Mai 15.

[2]) M. G. LL. 2, 491, 16 ff., mit dem lin. 37 folgenden approbavimus der Übrigen.

[3]) Riedel 2, 1, 358, ebenfalls mit dem folgenden approbavimus der Übrigen.

[4]) Olenschlager St. G. Urkk. S. 64.

[5]) Planck das deutsche Gerichtsverfahren im Mittelalter 1, 255. Die Königswahl in Formen des Gerichtes s. bei Werunsky Karl IV. 2, 153; den Reichstag s. bei Wacker der Reichstag unter den Hohenstaufen 50 ff.

[6]) Harnack Kurff. Koll. S. 107.

[7]) In der Analogie mit der Bischofswahl ist es nicht Einer sondern aliqui, weswegen Harnack selbst zweifelt, S. 108 nt. 1.

gessen, dafs auch bei der Übertragung auf jenen Einzelnen, der doch nur die übereinstimmenden Vota Aller ausspricht, der Gedanke nicht fehlt, dafs eigentlich Alle wählen. Beides zusammen ist vereinigt bei Friedrich dem Schönen[1]): quem nos elegimus in hunc modum: nos Rudolfus nomine meo ac vice et nomine coelectorum meorum Fridericum eligo. Ausdrücklich mit der Votirung aller Einzelnen wird die Wahl zusammengebracht bei Karl IV.[2]): tandem in Karolum direximus vota nostra ipsum in regem rite et concorditer ac solempniter eligendo. Und ganz einfach heifst es auch: Rudolfum in regem elegimus[3]), und: Albertum nos cum ceteris principibus electoribus in regem elegimus[4]). So kann man sich auch ausdrücken, obgleich die Übertragung vorausging, wenn auch der summarische Charakter mehrerer Berichte diese Übertragung nicht ausdrücklich erwähnt[5]).

Einen zu allererst vorausgehenden besonderen Theil des Aktes anzunehmen[6]), das oculos injicere, oculos dirigere, intuitum convertere[7]), scheint mir nicht angebracht, da dies nur zu den vorangehenden Verhandlungen und Berathungen gehört, die das ja gar nicht umgehen konnten, daher es mitunter auch gar nicht erwähnt wird[8]). Oder es wird auch zu dem requirere vota gerechnet[9]). Ich würde namentlich nicht gern sagen, dafs Einer der Anwesenden den bereits ausersehenen Kandidaten „nannte“. Es ist ja natürlich, dafs dies geschah, aber das „Nennen“ oder „nominare“ ist der Terminus technicus für etwas anderes, wie wir bereits gesehen haben, und der Gebrauch dieses Wortes hier zum

---

[1]) Carl Müller der Kampf 2, 383; dazu Olenschlager St. G. Urkk. S. 64.

[2]) Theiner cod. dipl. dom. temp. 2, 162.

[3]) Bodmann cod. epist. Rud. S. 6 nr. 5; oder oculos injecimus eligentes M. G. LL. 2, 393.

[4]) Chmel Formelbuch Albr. I im Arch. für K. ö. G. Q. 1849 Heft 2 S. 229, Sonderabdruck S. 19. — Vgl. auch bei Richard in Q. u. Erörter. 5, 278: direxit votum eligendo.

[5]) Harnack 106 und 108.

[6]) Harnack 105.

[7]) Wie bei Rudolf I. M. G. LL. 2, 393, Albrecht I. ib. 467 und 470, Heinrich VII. ib. 490.

[8]) Wie bei Ludwig dem Baiern Riedel 2, 1, 358, Friedrich dem Schönen Olenschlager St. G. Urkk. S. 64.

[9]) Wie bei Friedrich in der andern Stelle C. Müller der Kampf 2, 383.

Beginn führt leicht zu einer Verwechselung; eine zweimalige Nominatio ist natürlich nicht denkbar und sicher auch von Harnack nicht angenommen worden.

Wir bleiben also bei den zwei Theilen des Gesammtaktes, dem nominare und eligere, und zu Rense war Wenzel „genant", aber noch nicht „gewelet". Das letztere findet dann in Frankfurt statt, zuerst die Messe[1]), und dann haben sie ihn „erwelet und erkoren"[2]). Das geschah in der Sakristei[3]) der Bartholomäuskirche, und dann folgt Überlegung und Konsens des Gewählten[4]), darauf die Altarsetzung[5]) und die öffentliche Verkündigung auf dem Lettner[6]), und damit ist alles so weit, dafs ihm die Bürger nun mit Grund die königlichen Ehren erweisen können[7]). Die Frankfurter hatten eben, wohl nicht genauer bekannt mit der Bedeutung der einzelnen Stadien des Wahlverfahrens, den Brief Karl's vom 3. Juni[8]) falsch verstanden gehabt, haben die Sachen aber dann, als sie aufgeklärt waren, ganz richtig in ihr Rechenbuch eingetragen: das Botengeld für den Brief des Kaisers „daz sin son zue eime R. kunige genand wer'"[9]), und darauf eine andere Ausgabe für Thurmbewachung „due Wenczla gekarn ward"[10]). Mit dem „genand" hatten sie zuerst alles für vollendet angesehen; aber schon beim Einzuge waren sie aufgeklärt worden durch den Widerspruch des Pfalzgrafen: „do wolt's der

---

[1]) RTA. 1, 121, 33; 122, 12; 123, 38; 126, 3; spiritus sancti gratia invocata ist dasselbe wie sacris missarum finitis sollempniis. In Rense fand keine Messe statt, weil es keine Wahl war. Sie ist jedenfalls von Karl nicht erwähnt als dort vorgekommen (RTA. 1 nr. 44 u. 82), auch von den Kurfürsten nicht (RTA. 1 nr. 80).

[2]) RTA. 1, 74, 4 u. 74, 35; weletent zu künige, im Berichte Pfaffenlap's RTA. 1 nr. 53 S. 81 lin. 16.

[3]) Sacristia sagt das Protokoll RTA. 1, 72, 2, also amtlich sicher; Pfaffenlap hat den kor ib. 1, 81, 16.

[4]) RTA. 1, 72, 14.

[5]) Fritz Rieger 19f.

[6]) RTA. 1, 82, 1f.

[7]) RTA. 1 nr. 53 und det man ime do alles, das man einem künige tun sol, worunter das Obige jedenfalls mitzuverstehen ist; Altarsetzung und Verkündigung werden wenigstens eher noch zur Wahl gerechnet sein, worauf er erst „künig" ist.

[8]) RTA. 1 nr. 44.

[9]) RTA. 1, 85, 35.

[10]) RTA. 1, 86, 3.

herzoge von Peigern nit; er wer' noch nit gewelet"[1]). Man darf vielleicht annehmen, dafs Karl dieses Auftreten Ruprecht's gerne sah, möglicherweise sogar einen stillen Auftrag dazu gegeben hatte; denn jetzt, wo man in Frankfurt war, mufste der Standpunkt ganz streng und auch für die Öffentlichkeit klar eingehalten werden, welcher der des Kaisers ist, dafs die eigentliche Wahl erst zu Frankfurt stattfinde. Kurtrier und Kurköln mögen vorausgesehen haben, dafs es bei diesem Einzug eine störende und für sie doch peinliche Scene geben konnte, jedenfalls mufste es da zu Tage kommen, dafs sie in Rense nicht erreicht hatten, was sie wollten und woran sie glaubten, und so haben sie es dann eingerichtet, dafs sie einen Tag später in der Stadt eintrafen, um das nicht mit ansehen und mitmachen zu müssen. Sonderbar ist es, dafs bei diesem Stande der Dinge nicht allzu lange später, im Juli 1411, kurmainzische Gesandte den Frankfurtern gegenüber zu behaupten wagen, nicht blos die Wahl Ruprecht's, sondern auch diejenige Wenzel's sei zu Rense vor sich gegangen, und das steht in der eigenen amtlichen und gleichzeitigen Aufzeichnung der Frankfurter selbst[2]), und es ist dabei nichts erwähnt, dafs die Letzteren den Irrthum abgewiesen hätten oder auch nur erkannt haben. So sehr hatte sich die Kenntnifs dieser Dinge bereits wieder verdunkelt.

Wenn man nun nichts anderes hätte und wüfste als das amtliche Protokoll der Frankfurter Wahl, so müfste man urtheilen, dafs in der That hier Alles genau nach der Goldenen Bulle geschehen sei. Sie bestimmt in cap. 2 art. 1, dafs in der Bartholomäuskirche zu Frankfurt der Eine und ungetheilte Wahlakt stattfindet, und in cap. 4 art. 2, dafs der Kurfürst von Mainz die Abstimmung leitet, indem er der Reihe nach herumfrägt, so dafs er selber zuletzt von den übrigen Stimmgebern um seine eigene Stimme gefragt wird[3]). Diese einfachere Weise kennt also nicht die frühere Abtheilung in nominare und eligere. Wer gewählt werden sollte, das ward, früher, schon durch die nominatio entschieden, aber abgemacht war die Wahl erst durch das elegi des Einen Beauftragten.

---

[1]) RTA. 1, 81, 13.
[2]) RTA. 7, 150, 25.
[3]) Harnack S. 212 u. 216.

Doch an die Stelle der Einstimmigkeit ist jetzt das Princip der Stimmenmehrheit getreten[1]), es war kein Platz mehr für Zweitheilung des Wahlakts, es blieb nur übrig ein einziger Hauptakt, die Abstimmung, die ihr Resultat in sich selbst trug. Und genau darnach richtet sich das Protokoll[2]) vom 10. Juni 1376: Abstimmung in der neuen Weise, und das ist die Wahl, elegerunt. Auf etwas vorhergegangenes wird dabei nur an Einer Stelle hingedeutet: premissis variis tractatibus sollempniter repetitis. Die Verhandlungen mit Repetition sind die von Rense und die von Frankfurt. Was für Rense bleibt, sind also nur vorausgehende Verhandlungen, die um so weniger zu bedeuten haben als sie nun in Frankfurt und zwar jetzt mit Sollemnität erst noch repetirt[3]) werden, wie wenn sie vorher gar nicht stattgefunden hätten. Hier ist jedes Wort überlegt. In Rense hatte ja in der Wirklichkeit die Nominatio stattgefunden, aber von ihr ist gar nicht mehr die Rede; in Rense durften nur noch vorläufige mehr private Verhandlungen vorgekommen sein, aber durch die feierliche Wiederholung[4]) derselben in Frankfurt verlieren die Renser Verhandlungen ihren speciellen Werth, indem jetzt erst von vorn angefangen wird, die Verhandlungen jetzt erst eigentlich von officieller Natur sind. Gar aber von einer Nominatio zu Rense ist in diesem Protocoll entfernt nicht die Rede.

Hatte das Protokoll den Namen Rense nicht genannt, nur verblümt auf irgend etwas vorausgegangenes hingedeutet, so fehlt selbst eine solche schwache Hindeutung ganz in der allgemeinen Wahlverkündigung der Kurfürsten[5]), wie in der des Kaisers[6]), nur von Frankfurt wird gesagt, dafs da erwelet und erkoren worden sei. Und so ist es auch in dem kürzeren der beiden Briefe an den Pabst[7]). Dagegen in dem län-

[1]) Goldene Bulle cap. 2 art. 4 u. 5, bei Harnack S. 213f.

[2]) RTA. 1 nr. 45.

[3]) RTA. 1, 72, 9 nr. 45 sollempniter.

[4]) In der That ist der Gegenstand derselben in Frankfurt (RTA. 1 nr. 80 art. 2) wesentlich als derselbe wie in Rense (art. 1) geschildert: Sorge für das Reich wegen Kränklichkeit und Alter des Kaisers sowie die Tauglichkeit der Person Wenzel's vor andern Personen. Und auch hier wird die Wiederholung hervorgehoben in art. 2 nonnullis iterum deliberacione previa tractatibus prehabitis.

[5]) RTA. 1 nr. 46.

[6]) RTA. 1 nr. 47.

[7]) RTA. 1 nr. 79, bezw. 81: in opido Frankenfurt votis concordibus elegimus nemine discrepante.

geren Schreiben an den Pabst[1]) ist doch ausdrücklich von Rense erzählungsweise berichtet, dafs da varii tractatus stattgefunden hätten, besonders vom Bedürfnifs des Reiches und de persona ydonea, und ein gewisses convenire in certam personam, aber nicht ihre Nominatio, die im Gegentheil mitsammt der Electio für den richtigen Ort Frankfurt vorbehalten worden sei[2]). Und in der That berichtet Jeckelin Lentzelin[3]), dafs man es so gehalten: dafs man defs kaisers son erwelet hat und genant[4]) zu Franckfurd vur ein Römischen konig.

Gewifs sollte man demgemäfs nun denken, dafs die Nomination auch wirklich zu Frankfurt vorgenommen worden wäre und dafs sich aufser diesem Bericht einer Privatperson auch in officiellen Stücken etwas davon finden müsse. Aber davon ist keine Spur zu entdecken, weder in dem Briefe Karl's an die Städte[5]), noch in jenen längeren Wahlan-

---

[1]) RTA. 1 nr. 80, bezw. 82.

[2]) Ib. art. 1: ibidem [in Rense] in certam personam convenimus in Romanorum regem debitis loco et tempore nominandam ac post hoc ut moris est sollempniter eligendam. (Dies und sonst nichts meint wohl auch Spondanus a. 1376. 5: Gegenstand zu Rense die deliberatio personae doneae, zu Frankfurt die ipsa electio.) Und weiter: de et super certa nominacionis et electionis hujusmodi die concordavimus in locum opidi Frankenfurt ad nominacionem et electionem Romanorum regis predictas que dies nominacionis et electionis in pomeriis Rensee per dictum Cunonem extitit sollempniter publicata. Wiederholt also und mit nachdrücklicher Weitläufigkeit wird die Nominatio, nicht blos die Electio, auf Frankfurt angesagt.

[3]) RTA. 1 nr. 54.

[4]) Dafs übrigens hier „genant“ nicht als term. techn. für den der Wahl vorausgehenden Akt der nominatio gebraucht ist, sieht man daran, dafs es erst auf „erwelet“ folgt. So ist es auch in den zur „Gewinnung der Reichsstände“ vorkommenden Stücken RTA. 1. Der Ausdruck „nennen“ hat sich eben auch nach der G. B., weil man ihn einmal gewöhnt war, erhalten, nur nicht so, dafs er einen besonderen Theilakt bezeichnet; er kommt deshalb auch da mindestens ebenso oft nach als vor dem „kiesen“ vor, dem er doch vorausgehen müfste, wenn er im alten Sinne noch für einen eigenen Theilakt gebraucht wäre. In den Stücken, die Wahl von 1376 angehend, nr. 44. 80. 82, handelt es sich dagegen gerade ex professo um die Trennung und darauf wieder folgende Vereinigung beider Theilakte. In den Stücken von der „Gewinnung der Reichsstände“ ist „kyezen und nennen“ und „nennen und kyezen“ ganz gleichbedeutend mit „kyezen und welen“ und „welen und kyezen“, und alles dies wiederum ist ganz gleichbedeutend mit dem einfachen „kyezen“ oder dem einfachen „welen“.

[5]) RTA. 1, 79, 20.

zeigen an die Kurie[1]). Das letztere ist um so auffallender, als zu Anfang dieser Stücke die Nominatio doch ausdrücklich so vorkommt, dafs sie zu Rense für Frankfurt vorbehalten worden sei[2]). In der That aber läfst die Schilderung dieser Stücke in Frankfurt nach den genannten nonnullis tractatibus nicht zuerst zur Nominatio schreiten, sondern blos und sofort zur Wahl: elegimus[3]). Also die Nominatio fällt hier als besonderer Theilakt geradezu aus, und zwar in dem Augenblick, wo es dazu kommen müfste, und einfach deswegen, weil sie für eine wirkliche Wahl nach der Goldenen Bulle gar nicht pafst und man jetzt in dieser Hinsicht nach der Goldenen Bulle verfahren will und verfährt: wie Frankfurt allein der gehörige Ort ist, so hat man in Frankfurt einfach gewählt und gar nicht nominirt, und da eine Nominatio doch in Rense stattgefunden, so mufs sie abgeleugnet werden. In aller Hast hatte der Kaiser den Nominations-Charakter des Vorganges von Rense selbst zu erkennen gegeben (gleich in dem Schreiben vom 3. Juni 1376 RTA. 1 nr. 44), und in naiver Schilderung des Erlebten bezeichnet entsprechend Johann Pfaffenlap neben dem guten Verheifsen, der Nomination, nur die Elektion als beim Einzug in Frankfurt noch fehlend und dort nachgeholt (in dem Briefe bald nach dem 10. Juni 1376 RTA. 1 nr. 53). Dies ist die Wahrheit der Hergänge. Es war damit ein Verfahren eingeschlagen worden, das hinter der Goldenen Bulle lag und den Doppelakt des nominare und eligere in sich schlofs, während die Goldene Bulle kein nominare mehr kannte, und da das nominare in Rense stattgefunden hatte, so konnte eigentlich der zweite Theil des Verfahrens, das eligere, ebenfalls nur in Rense vorgenommen werden, während die Goldene Bulle nur den Ort Frankfurt kannte: da schlug das Verfahren plötzlich um, indem man Rense, nachdem es zum nominare gedient hatte, wieder verliefs und das eligere am rechten Orte Frankfurt folgen liefs. Da aber die Absicht jetzt ist, zu thun als ob Alles im Sinn der Goldenen Bulle vor sich gegangen wäre, so mufs auch die Darstellung des bereits Geschehenen darnach ge-

---

[1]) RTA. 1 nr. 80 u. 82.

[2]) Das nennen (haben halden) des Otto Pf. bei Rhein und Herzogs in Baiern, der sich bei Abtretung Brandenburgs die Kur vorbehalten hatte, gehört nicht hierher, es ist nicht auf die Wahl bezüglich, sondern ein Versprechen für die Zukunft.

[3]) RTA. 1, 122, 16 nr. 80 und 1, 126, 7 nr. 82.

modelt werden, und diese geht jetzt dahin, dafs in Rense keine Nominatio stattgefunden habe, und um diese Darstellung desto eindrucksvoller zu machen, wird hinzugefügt, dafs eben in Rense beschlossen worden sei, die Nominatio in Frankfurt vorzunehmen, und weil nach der Goldenen Bulle es keine Nominatio giebt[1]), so wird dann in Frankfurt auch keine Rede mehr von einer solchen, sondern es kommt dort nur zu einem einfachen elegimus. Wenn aber zuerst wirklich ein Verfahren eingeschlagen war, das hinter der Goldenen Bulle lag, und wenn nachträglich das Bestreben dahin geht, das Ganze möglichst so darzustellen, als ob doch von Anfang an in Gemäfsheit der Goldenen Bulle verfahren worden wäre, so ergeben sich nothwendig Widersprüche. Die Ursache aber, warum Anfangs von der Goldenen Bulle abgewichen wurde, ist das von K. Karl dem Kurfürsten von Trier schon zwei Jahre zuvor gegebene Versprechen zu Gunsten von Rense als Wahlort. Die wirklichen Akte von Rense und Frankfurt und noch mehr die nachherige Darstellung davon sind nur darauf berechnet, dieses Versprechen zu umgehen und die Goldene Bulle aufrecht zu erhalten oder doch den Eindruck zu machen als ob diese Goldene Bulle von Anfang an dabei beobachtet worden wäre.

Ich habe an anderem Ort hervorgehoben[2]), wie treffend Lindner[3]) es erläutert, dafs die Kurfürsten nicht etwa nur Eine, sondern zwei Wahlanzeigen an den Pabst erstatten, eine herbere und eine mildere, und wie ihm zuerst es gelungen ist dadurch die auffallenden Worte des Probstes Audibert von Pignans ins Licht zu stellen und mit dem richtigen Sinn zu versehen: „quas tamen litteras [imperator] postea obtinuit in ea forma qua potuit et non ut voluit“. Es liegt nahe die Betrachtung fortzusetzen. Die kürzere oder herbere und die längere oder mildere Wahlanzeige unterscheiden sich nämlich durch zwei Dinge von ein-

---

[1]) Das Princip der absoluten Mehrheit, wie es die G. B. aufstellt, läfst mit Nothwendigkeit alle Handlungen schwinden, welche dem Princip der Einstimmigkeit gedient hatten, und darum erwähnt sie naturgemäfs auch kein nominare des Vorakts und kein von dem Einen Beauftragten auszusprechendes eligo des Schlufsakts.

[2]) In der Abh. über die Urkk. der Approbation K. Ruprecht's S. 16 nt. 3. Auf Henrich, Jenkner, Muth kann ich hier nicht näher eingehen, da es mich zu weit führen würde.

[3]) In Forschungen 14, 288 f.

ander: jene enthält keine Bitte um Approbation, aber auch nichts von Rense, diese enthält Beides[1]). Vielleicht läfst sich sagen: es lag in der kurfürstlichen Richtung, die Approbation zu vermeiden[2]), aber die Vorgänge von Rense in ihrer Bedeutung festzuhalten[3]), und es lag in dem Wunsche des Kaisers, um die Approbation zu bitten, aber die Vorgänge von Rense ihrer Bedeutung beraubt zu sehen. In der kürzeren Anzeige halten die Kurfürsten fest daran, dafs sie nicht um die Approbation bitten, aber sie geben dem Kaiser darin nach, dafs sie von Rense nichts erwähnen[4]); in der längeren Anzeige lassen sie sich herbei, um die Approbation zu bitten, aber sie thun dies nur unter der Bedingung, dafs der Akt von Rense darin zu seinem Recht der Erwähnung komme. Gewifs sieht Lindner darin richtig, dafs die kürzere Fassung die erste ist, zu der sie bereit waren, die längere aber die spätere, zu der sie erst bestimmt wurden: da dem Kaiser alles lag an der kurfürstlichen Bitte um die Approbation, liefs er endlich die Erwähnung von Rense zu, obgleich er sie nicht wollte. Er wufste aber diese Erwähnung so einzurichten, dafs sie unschädlich wurde, indem, wie wir sehen, der Akt von Rense das Einzige verlor, was ihm Bedeutung gab, die Nominatio. Es ist allerdings ein Kompromifs, beide Theile gaben in einem besonderen Punkte nach, aber Karl wufste seine Nachgiebigkeit wieder unbedenklich zu machen durch die Fassung, die er für sie durchsetzte.

Dafs die beiden Wahlanzeigen, die kürzere wie die längere, obschon ihre Tendenz eine so verschiedene ist, dann doch mit einander dem päbstlichen Stuhle vorgelegt wurden, ist anscheinend etwas sonderbar. Aber dafs es geschah, ist aufser Zweifel: von Kurmainz wenigstens finden sich beide Formen im Original noch heute im Vatikanischen Ar-

[1]) Daran mufs festgehalten werden, dafs in dieser längern Wahlanzeige von Kaiser und Kurfürsten wirklich um die Approbation gebeten wird, s. meine gen. Abh. S. 16 nt. 4.

[2]) RTA. 1, 100—101, wo sie von confirmatio d. h. approbatio gar nichts wissen wollen.

[3]) Da doch Kurtrier das Versprechen der Wahl für Rense erhalten hatte. Der Pfalzgraf scheint auf Seiten Karls, s. S. 31.

[4]) In nr. 46 u. 47 hatten sie sich dazu verstanden, dafs Rense nicht erwähnt wurde. Aber da war auch nicht die Bitte um Approbation von ihnen verlangt worden, da diese Wahlverkündigungen gar nicht an den Pabst gingen.

chiv, von Kurbrandenburg ist es mit der Einen ebenso und auch die andere ist uns wenigstens abschriftlich überliefert. Man wird annehmen dürfen, dafs es Alle zweifach ausgeführt haben, dafs aber ihrerseits auch die Absendung der doppelten Exemplare an die Kurie gewünscht und verlangt wurde. Als die Forderung des Pabstes bekannt geworden war, dafs die Königskrönung nicht vor der Approbation statthaben dürfe, und dafs der Gewählte auch keine Regierungshandlungen vollziehen könne, hatte das bei den Kurfürsten grofsen Sturm erregt, und sie äufserten da jene Worte: quod nunquam fuit visum vel auditum nec reperietur scriptum, si legantur omnia jura et cronice, quod electio imperatoris fuerit confirmata, quia non est electio abbatis vel episcopi, que debeat confirmari[1]). Wenn sie nun gleichwohl in dem längeren Schreiben um Konfirmation baten, so waren sie von diesem schroffen Widerspruch abgegangen, aber sie mochten wünschen, dafs ihre eigentliche Meinung doch dem Pabste bekannt würde, auch für künftige Fälle, und das konnte bewirkt werden, indem ihm auch das ursprüngliche kürzere Schreiben, worin dann, im Gegensatze zu dem anderen, ihr Widerspruch noch deutlich hervortrat, ebenfalls überreicht wurde, da sie in diesem kürzeren sich zu der genannten Bitte nicht herbeigelassen hatten. Auch die Wahl des Ausdruckes für die Approbation mag durch ihre Stimmung mitbestimmt gewesen sein. Denn es wird gebeten, Gregor möge den Wenzel regem Romanorum nominare ejusque personam ad apicem tante dignitatis ydoneam reputare. Also der am strengsten technische und darum verhafsteste Ausdruck für die Approbation ist vermieden, und wenn der wirklich dafür gebrauchte auch das nämliche bedeutet[2]), sie also in Wirklichkeit doch um die unangenehme Approbation gebeten hatten, so mochte es ihnen immerhin auf diese Art etwas leichter geworden sein.

Man hat schon behauptet, Karl habe Mittel und Wege gefunden, um mit einem geschickten Zuge dem Pabst, dem Trierer Kurfürsten und der Goldenen Bulle zugleich gerecht zu werden, indem er die vorausgehenden Berathungen der Fürsten an dem ursprünglichen Termin, dem

[1]) RTA. 1 nr. 64 art. 2.

[2]) Die Stellen bei Engelmann, die das beweisen, s. in meiner Abh. über die Urkunden der Approbation K. Ruprecht's S. 16 nt. 4.

1. Juni[1]), zu Rense eröffnete, während der officielle Akt am 10.[2]) in Frankfurt stattfinden sollte. Oder der Ausdruck geht dahin, Karl habe einen Mittelweg gefunden, welcher sowohl den Forderungen Kurtriers als den Bestimmungen der Goldenen Bulle Rechnung trug und zugleich das Herkommen wahrte. Ich möchte mich so ausdrücken: Karl geht verschiedene Wege nach einander, zuerst hat er den Standpunkt von Kurtrier, in Rense zu wählen, oder er zeigt ihn doch, und so wird nach Rense gegangen; in Rense selbst aber trägt er nicht ohne Kampf den Sieg über die begründete Forderung des Kurfürsten davon, dem er für dort die Wahl eben nicht zugiebt, sondern nur die vorausgehende Nominatio, die im Gegensatz zur Goldenen Bulle steht; und endlich in der Wahlanzeige an den Pabst nimmt er den reinen Standpunkt der Goldenen Bulle ein, mit vollständiger Verwerfung des Standpunktes von Kurtrier und sogar dessen, was Karl selbst noch in Rense zugegeben hatte.

Als das Wahrscheinliche kann man jetzt sagen, dafs er keinen Augenblick seines Lebens daran gedacht hat, das dem Erzbischof gegebene Versprechen zu erfüllen, nämlich die Wahl seines Sohnes vornehmen zu lassen in Rense. Was er weiter thut nach diesem Versprechen, ist alles nur berechnet auf dessen Nichterfüllung.

V.

Die Wahl Karl's IV. hatte richtig zu Rense stattgefunden, die seines Sohnes schon nicht mehr, und da sich die Sache dann nur noch bei Ruprecht wiederholt, beide Male es nur deshalb vorkam, weil es sich um Erhebung von Gegenkönigen handelte und Frankfurt die Thore verschlossen hielt, so bleibt die Verwendung des kleinen Ortes am Rheine nur eine supplementäre und durch Revolutionen hervorgerufene. Zwischen

---

[1]) In Nürnberg vorher mit den Kurfürsten verabredet, RTA. 1, 91, 3.

[2]) Dem Pabste zugegeben RTA. 1, 100, 13.

diese beiden einzigen Wahlen von Rense aber fällt eine Thatsache, die dem Dörfchen ein Ansehen gab, das es durch jene zweimalige und nothgedrungene Verwendung nie hätte erreichen können, die Erbauung des Königstuhls. Er ist nie zu einer Königswahl verwendet worden, aufser bei der rechtswidrigen Erhebung des Pfälzers. In der deutschen Geschichte hat er also eine nur geringe und bedenkliche Rolle gespielt, und so wenig es zu tadeln ist, dafs man in unserem Jahrhundert die Gebäulichkeit wiederhergestellt hat, da sie Einmal wenigstens eine geschichtliche Rolle gespielt hat, so wenig verdient sie irgend eine weitere Verehrung.

Auf die Wahl Wenzel's, welche an dem rechtmäfsigen Orte Frankfurt am 10. Juni 1376 stattgefunden hatte, folgte am 6. Juli die Krönung zu Aachen. Wir sehen, wie Karl auf Wunsch Kuno's von Trier die ausschliefsliche Berechtigung Frankfurt's als Wahlort aufgehoben hatte [1]). Diese einseitige Aufhebung war nicht ohne Bedenken, und Karl selbst war mit diesen Bedenken nicht unbekannt. Er weifs, dafs Frankfurt von ihm selber das ausschliefsliche Recht erhalten hat durch die Goldene Bulle „mit willen und gehengnifse unser kurfursten“, und dafs er dies abschafft, geschieht daher blos „von volkomenheid keiserlicher mechte“. Die Abschaffung scheint zwar nie wieder aufgehoben worden zu sein, aber es blieb auch nicht bei Rense oder bei beliebiger Bevorzugung irgendwelcher anderen Orte, sondern es blieb bei Frankfurt, dessen Abschaffung einfach einschlief. Aber bei jener Krönung Wenzel's vom 6. Juli geschah zunächst doch noch etwas für Rense. Karl hat nämlich damals zu Aachen den Dorfbewohnern von Rense urkundlich bezeugt, er habe mit denselben die Einrichtung getroffen, dafs sie an dem Platze der Wahl „eyn gestuls“ machen und bleibend in Stand halten sollten. Nicht einen Stuhl zum Sitz für eine Person darf man verstehen, sondern ein gröfseres Gestühl zum Aufenthalt für Mehrere. Man kann auch sagen: ein Gerüst, ein Gestelle, eine Estrade oder balkonartige Erhöhung, eine Tribüne oder Bühne, wie es dann auch ausgeführt worden ist. Man darf daran erinnern, dafs auch die Festmahltribüne zu Metz von 1356 ein „gestule“ oder „gestüle“ heifst, offenbar von Holz zu dem vorübergehenden Zwecke, ein erhöhter Aufbau von

[1]) RTA. 1, 22 nr. 5, vor Wenzel's Wahl, 1374 Nov. 11.

Brettern und Balken, wo Kaiser und Kaiserin mit vielen Bischöfen, Herzogen, Äbten, Grafen und Freien zu Tische safsen[1]). Man darf annehmen, dafs auch zu Rense die früheren vorbereitenden Versammlungen bei Königswahlen und ebenso die wirkliche Wahl Karl's IV. zu Rense nicht auf dem blofsen Grasboden stattgefunden hatten, dafs aber ebenfalls nur eine vorübergehende Veranstaltung getroffen worden war, ein Fufsgestell, eine gewöhnliche Tribüne von Holz, nur für den augenblicklichen Zweck und dann allemal wieder zum Abreifsen bestimmt. Etwas derartiges ist bei der Absetzung Wenzel's zu Lahnstein zu denken, wo die Kurfürsten ihr Urtheil sprachen in tribunali sedentes extra portas oppidi[2]), also auf einem Gerüst im Freien, wo das Urtheil auch alta voce verlesen wurde coram mangno populło presente. Und in der Urkunde selbst[3]): uff eyme stule daselbs zu eyme richtestule erhaben, als die vorg. unser herren die korfursten und wir daselbs zu gerichte safsen. Ähnlich die Aufzeichnung vom Übertritte der Burg Friedberg zu Ruprecht 1400[4]): wie die viere korfursten Wentzlawen vom riche abgesafst hetten und daz den luden uf eime stule vor Lanstein allen lafsen sagen. Jetzt aber soll zu Wahlsachen eine dauernde Einrichtung getroffen werden, die zwar den alten Namen eines Gestühles behält, aber von Stein ist. Die Bestätigung von 1398 Jan. 1[5]), die Wenzel nachher gab, als der Bau fertig war, läfst das erkennen: daz steynen gestuels. Das Bleibende des Baues und also auch seiner Bestimmung ist dabei ausdrücklich ins Auge gefafst[6]), wie es die Bürger dort natürlich wünschen mufsten: allewege bewaren und halden sullen ewiclichen[7]). Es fehlte dann nur

---

[1]) Wencker apparatus 403.

[2]) RTA. 3, 289, 21.

[3]) RTA. 3, 258, 22.

[4]) RTA. 4, 178, 21. Vgl. ib. 3, 257, 40 in gerichtes stad gesefsen, und 3, 263, 19 pro tribunali sedentes.

[5]) RTA. 1, 161, 7.

[6]) RTA. 1, 160, 2.

[7]) Von einem tribunal cespiticium kann also keine Rede sein, wie es Chrn. Gottlieb Schwarzius anderweitig anführt in Diss. inaug. de antiquo ritu elevandi principes inaugurandos, Altorfii [1730]. Aber hölzerne Tribünen kommen auch sonst vor, sicher so RTA. 1, 279, 3: item 3½ gülden daz gestülze widder zue keufen, da uffe die herzogen von Beyern ire lehen entphingen, a. 1380, und RTA. 1, 256, 1: 5 lb. umb bort zum gestülze unsers herren des koniges, a. 1379.

noch, dafs man die hölzerne Absetzungsbühne zu Oberlahnstein wie die Erwählungsbühne zu Rense gleichfalls zur Dauer und zum stehenden Gebrauch aus Stein ausführte!

Es ist bekannt, dafs es einen Königstuhl bei Rense noch heute giebt. Das ist aber nicht der im 14. Jahrhundert gebaute, sondern ein neuer, an welchem wirklich Alles neu ist bis auf den Mittelpfeiler, und auch von diesem sind nur Sockel und Kopf noch alt. Er steht aber ziemlich auf derselben Stelle wie der alte. Es soll hier keine Beschreibung der Baulichkeit gegeben werden[1]). Eine ältere analoge Vorlage zur Nachahmung scheint für den Bau des 14. Jahrhunderts nicht existirt zu haben; es ist also zu vermuthen, dafs man sich bei dem Grundrifs des Steinbaus angeschlossen hat an das Vorbild des früheren Holzbaues von der Wahl Karl's IV. her, und wiederum waren die Struktur und Gröfsenverhältnisse des letzteren bedingt durch seinen Zweck: Wahl im Freien ohne Belästigung durch das Publikum, und Verkündung des Ergebnisses von einer entsprechenden Höhe herunter. Eine Abbildung findet sich in der Dissertation von Rinck 1735; und er sagt selbst S. 26, dafs ein Freund für ihn die Aufnahme gemacht und dafs sie den Zustand seit der Erneuerung von 1624 darstelle, der auch wiederkehrt in (Dielhelm's) Rhein. Antiquarius 1739, in Olenschlager's Erläut. Staatsgesch. 1755 (vor der Einleitung die Landschaft mit dem Stuhl, am Schlufs und vor dem Urkundenbuch der Stuhl allein im gröfseren Mafsstabe), und auf einer Zeichnung von Artaria in Wien 1794[2]) (soll nach Stramberg's Rhein. Antiquarius besser sein). Den neuesten Zustand, wie er seit dem Neubau 1842 ist, giebt Hundeshagen's Führer am Rhein von seiner Quelle bis zur Mündung, 2. Aufl. Bonn 1855, und eine sehr gute Photographie, die im Verlag von Sophus Williams in Berlin 1889 zu haben ist. Andere Bilder mehr hier zu erwähnen, wäre unnöthig. Allem nach hat man sich bei den Wiederherstellungen doch soweit an das Alte angeschlossen, dafs die historische Benutzung der Bilder, was die Komposition des Bauwerks und seine Gröfsenmafse betrifft, im Wesentlichen nicht irre geht.

---

[1]) Ältere und neuere Beschreibungen s. Rinck 9—11, bei Lud. Müller l. c., bei Hellbach im Rhenus.

[2]) Scheint eine Sammlung von Rheinansichten zu sein.

Ist dieser Königstuhl aber wirklich und ausdrücklich für die Vornahme des Wahlaktes von Anfang an bestimmt gewesen? In der Urkunde vom 9. Juli 1376[1]), der Stiftungsurkunde des Königstuhls, heifst es, aus Karl's Munde selbst, dafs er mit den Einwohnern von Rense bestellet und geschaffet hat, dafs sie zur Errichtung des Aufbaues schreiten sollen. Dabei liegt also die Initiative ganz deutlich im Vorgehen des Kaisers, und das allernächste ist die Vermuthung, dafs dabei nicht sowohl an den Vortheil des Dorfes Rense gedacht war, als an die fernere Beruhigung Kuno's von Trier und Friedrich's von Köln, die bei der kürzlich vorgenommenen Wahl mit dem Verfahren in Rense nicht sehr zufrieden gewesen waren. „Mit Rathe der Kurfürsten des Reichs“ hat Karl die Sache angegriffen, die dadurch zur Reichssache wird und erhöhte Bedeutung erhält, und das war ganz am Platze, wenn er sich, dem Trierer speciell gegenüber, das Aussehen geben wollte, als ob er doch noch daran denke, dafs die Aufhebung des Rechtes von Frankfurt als Wahlstadt festzuhalten sei, und zwar mit einem gewissen dauernden Vortheil von Rense, dem er gerade eine dauernde Stellung zur Sache bisher noch nicht eingeräumt hatte. Balduin war Diöcesanbischof in Rense, Friedrich war weltlicher Herr in Rense — welche Ehre für sie Beide und auch wohl welche Annehmlichkeit, von der Hoffnung auf den Einflufs nicht zu reden, wenn es gelang für diesen Ort eine solche politische Wichtigkeit zu erobern! Dafs nun aber Rense für künftig überhaupt die frühere Stellung Frankfurts zur deutschen Königswahl erhalten solle, war doch nicht die Meinung des Kaisers, und er behält seine gewohnte Vorsicht bei. Denn an der Einen Stelle[2]) sagt er: daz denne daruff die kurfursten umb eynen zukunftigen Romischen kunig zu nennen und zu welen ubereyn komen mogen, und vorher schon ganz so[3]): an der stat, do die kurfursten umb eynen Romischen kunig zu nennen und zu welen ubereyn pflegen zu komen als gewoenheit van alder her gewesen ist. Man bemerke wohl: es heifst nicht, dafs sie ihn dort wirklich nennen und wählen. Denn sonst wäre der Wortlaut so zu fassen gewesen: an der stat do die kur-

[1]) RTA. 1, 160f. nr. 96.
[2]) RTA. 1, 160, 27.
[3]) RTA. 1, 160, 24.

fursten einen Romischen kunig pflegen zu nennen und zu welen, und: daz denne daruf die kurfursten einen zukunftigen Romischen kunig nennen und welen mogen. Es ist also nur gesagt, dafs dort Verhandlungen oder vorausgehende Abmachungen bereits stattgefunden haben und noch künftig stattfinden können sollen. Und das ist zweimal gesagt, dafs alles von vorbereitendem Charakter sei, was Rense und seinem Königstuhl zukommt. Zweimal, des Nachdrucks halber, zur Vermeidung jeden Zweifels. Auch der Ausdruck „als gewoenheit von alder her gewesen ist“[1]), so sehr derselbe im Mittelalter misbraucht wird, pafst für vorläufige Übereinkünfte, während für Vornahme der Wahl nur das Beispiel Karl's aufzutreiben war. In der That hat also Karl damit nichts gegen Frankfurt als Wahlort und nichts für Rense als Wahlort ausgesagt. Er hatte ja auch selbst soeben seinen Sohn in Frankfurt wählen lassen, und sich nicht ohne Schwierigkeit von Rense dabei losgemacht. Ja, nicht einmal Vorverhandlungen müssen nothwendig und ausschliefslich am letzteren Orte gehalten werden, sondern „wann is sache wirdet, daz denne daruf die kurfursten ... ubereinkomen mogen“, also eintretenden Falls können sie es, aber sie müssen es nicht. Möglich ist freilich, dafs dabei die Dorfgemeinde ihren Gedanken den Schwung zu der Hoffnung gab, der Wahlort für das Reich zu werden. Es war ja eine Aussicht ohne Gleichen für den kleinen Ort, eine so hohe Stellung im Reich und in der Weltgeschichte einzunehmen, welche im Jahre 1411 die Kurmainzischen Gesandten den Frankfurtern als ein „lobelich herlichkeid“ darstellten, die sie nicht an Rense kommen lassen dürften[2]). Für das Jahr 1376 war allerdings die Aussicht des Rheinischen Dorfes getäuscht worden, dafür kam ihm jetzt die tröstende Möglichkeit der Zukunft. Und das um so mehr, als doch das stattliche solide Bauwerk an etwas denken liefs, was über blofse Vorbesprechungen hinausging. Man konnte ja auch nicht sagen, dafs der Wortlaut der Urkunde verboten hätte, einmal auch eine Wahl da vorzunehmen. Vielleicht haben, trotz der letzten traurigen Erfahrung, auch Balduin und Friedrich nicht alle Hoffnung fallen lassen,

[1]) Vgl. Gesta Trevirorum ed. Wyttenbach und Müller 2, 202: ubi ex antiqua consuetudine ad tractatum de electione habendum consueverunt convenire.

[2]) RTA. 7, 150, 27.

die in späteren Tagen ihrem Rense blühen könnte. Wie Karl selbst über die Bestimmung von Rense dachte, ist aus der Wahl seines Sohnes klar. Auch die Nominatio, die doch bei seinem Sohne in Rense faktisch vorgekommen war, die aber nachher als nicht vorgekommen behandelt wurde, wird mit dem Wahlakte zusammen als Gegenstand der Vorberathung von Rense in Karl's Urkunde bezeichnet, also selbst nicht zunächst etwa gleich an Rense concedirt, im Gegentheil ganz in derselben Weise behandelt, wie in der gröſseren Wahlanzeige an den Pabst vom 12. Juni 1376[1]), um so darüber keinen Zweifel zu lassen.

Der Stuhlbau von Rense ist, wie wir sahen, vom Kaiser ausgegangen, und so ist er auch nicht etwa ein kostspieliges Privatvergnügen dieser Gemeinde geworden. Karl hat derselben gleich in der besprochenen Urkunde vom 9. Juli 1376, der Gründungsurkunde, eine gewisse Zollbefreiung ertheilt, es wird nicht ausdrücklich angegeben wozu, aber sie ist nichts anderes als der Ersatz der Baukosten, der also vom Reich gewährt wird. Denn wie der Bau zu Ende ist, wird diese Zollbefreiung durch Wenzel nicht etwa einfach bestätigt, sondern „van nuwes erlenet und geben“, diesmal aber ausdrücklich für die Kosten der ewigen Instandhaltung des Gestühls. Also die erste Ertheilung, die jetzt aufhört, war für die Baukosten bestimmt gewesen. Das Gestühl ist nun zwar Eigenthum der Gemeinde Rense, aber „in urber und behoyff des heiligen reichs gebuwet und begriffen“, für die Zwecke des Reichs, das damit das Benützungsrecht erhält und behält, wie der Bau fertig ist. Und jetzt nach Vollendung des Baues kann also die neue Ertheilung des Privilegs für dessen Erhaltung erfolgen, wie 1. Jan. 1398 durch Wenzel geschieht[2]). Man sieht, daſs Karl zuerst 1376 seine Zollfreiheit gewährt hatte für Hab und Gut der Renser, ohne die Weine besonders zu nennen, daſs dann Wenzel 1398 zu Hab und Gut noch extra die Weine beifügte, und daſs Sigmund[3]) 1434 wieder einfach die Urkunde Karl's erneute und bestä-

[1]) RTA. 1, 124f. nr. 82 art. 1.

[2]) RTA. 1, 160f.

[3]) Herausg. von Hellbach im Korresp. Bl. des Gesammtvereins Okt. 1884 nr. 10. Späteres von Zöllen s. bei Hellbach im Rhenus 1, 44 (91) und 2, 188—190, und bei L. Müller l. c. Dagegen die Zollabmachung zwischen Johann von Mainz und Friedrich von Köln 1400 Aug. 10 (RTA. 3, 246 nr. 198) geht nur auf den Wasserzoll,

tigte, da sie das Gestühl „dem riche zu eren buwen bewaren und halden". Schon andere haben aus diesen Urkunden geschlossen, dafs die Erbauung nach 1376 und vor 1398 stattgefunden habe, dafs sie vor 1398 vollendet worden sein mufs. Sicher ist die Neuverleihung des Zollprivilegs, welche Wenzel am 1. Januar 1398 beurkundet, zugleich das Zeichen der Bauvollendung, die also bestimmt auf 1397 angesetzt werden darf. Dafs die Bauvollendung unter K. Wenzel und die Neuverleihung der Zollfreiheit durch Wenzel so kurz gerade vor dem Augenblicke geschehen mufste, wo eben auf diesem Bau sein Gegenkönig gewählt wurde, ist Einer von den Scherzen, welche die Geschichte sich zuweilen macht. Aber die Bürger von Rense kamen ja zu dem schon Bedrohten und baten ihn darum in aller Demuth, wie er selbst sagt[1]), damals noch „unserre und des reichs lieben getrewen".

VI.

Dafs das Gestühl zu Rense schon im dritten Jahr nach seiner Fertigstellung wirklich zu einer Königswahl dient, ist die glänzendste Erfüllung der höchsten Hoffnungen, die irgend jemand an seine Errichtung knüpfen konnte. Es war freilich wieder ein Gegenkönigthum wie bei Karl IV., es war dieselbe überwiegende Stellung der drei Rheinischen Erzbischöfe, und dazu kam die ablehnende Haltung der Wahlstadt Frankfurt hier wie dort. So erklärt sich 1400 die gleiche Erscheinung, dafs Rense wirklich zum Wahlorte des neuen Königs diente. Dafs da einige Artikel „zu Rense auf dem stule gelesen wurden"[2]), natürlich gegen Wen-

---

hat also mit Karl's Privilegium für den Landzoll der Bürger von Rense nichts zu thun, wurde aber schon unrichtig aufgefafst. Auch eine Beziehung auf den Königstuhl ist dabei nicht erwähnt, also auch nicht hineinzutragen, was doch schon geschehen ist.

[1]) Seine Urkunde vom 1. Januar 1398.

[2]) Mencken SS. RR. GG. 1, 1082.

zel, ist freilich ein Irrthum Eberhard Windeck's; er hat da das Gestühl von Rense verwechselt mit dem „richtestule“ zu Oberlahnstein[1]). Auch Ulman Stromer irrt schon ähnlich[2]). Die umgekehrte Verwechslung ist es, wenn man annimmt, die feierliche Wahl und Inthronisation Ruprecht's sei zwar zu Rense auf dem Stuhle erfolgt, faktisch aber sei er bereits in Oberlahnstein gewählt worden[3]). Vielmehr sind die Akte lokal getrennt, Oberlahnstein diente der Absetzung, Rense der Wahl[4]). Dafs Ruprecht das Zollprivileg Karl's IV. für Rense bestätigt habe, ist schon vermuthet worden[5]).

Bei Ruprecht's Wahl kann man nun aber auch den Hergang im Einzelnen ziemlich genau verfolgen, sieht man namentlich, zu was der Königstuhl eigentlich gedient hat. Die Stiftungsurkunde vom 9. Juli 1376 hat ergeben, dafs die Tribüne für die Kurfürsten bestimmt ist, damit diese darauf Platz nehmen zu ihren vorläufigen Verhandlungen und Übereinkünften in Sachen der Königswahl: dafs denne daruf die kurfursten — ubereinkomen mogen. Nun aber, als die Wahl Ruprecht's wirklich dort vor sich geht, erzählt der Augenzeuge Matthias Sobernheim am 16. Dec. 1400 als K. Ruprecht's Notar[6]): ipsi quatuor principes accesserunt sedem regalem prope Rense (sie kamen von Oberlahnstein her, von der Tags zuvor erfolgten Absetzung Wenzel's), und dann: et sic ascenderunt sedem, et tres archiepiscopi elegerunt quatuor vocibus electorum, quia, quando unus electorum eligitur, istius consensus auget voces. Die Wahl fand also oben auf der sedes statt. Dem entspricht im allgemeinen die Aufzeichnung der Burg Friedberg[7]): item darnach auf den sontag [Aug. 22]

[1]) RTA. 3, 258, 22.

[2]) Hegel St. Chr. 1, 51, 17ff. Günther cod. dipl. Rh. Mosell. 3, 70 läfst frischweg Wenzel auf dem Königstuhl von Rense abgesetzt und Ruprecht erwählt werden.

[3]) Neustens Hellbach im Rhenus 1, 44, nach Trith. chr. Hirs. 2, 310 „principes — apud Lanstein — Rupertum in consilio praesentem unanimi consensu — elegerunt, quem Rheno transmisso in sedem regni sub nucibus ex more collocarunt“.

[4]) Eine bestimmte Absicht liegt darin nicht, dafs man die Absetzung gerade gegenüber von dem Orte der nachfolgenden Wahl vornahm. Siehe Freher origg. Palat. P. 2 c. 2 pag. 9. Beide Akte sollen nur möglichst getrennt werden, wie die Funktion des Kollegiums dabei verschieden ist, Gericht und Wahlversammlung.

[5]) Hellbach ib. 1, 69.

[6]) RTA. 3, 289, 26 und 33.

[7]) RTA. 4, 178, 23—25.

quam uns ware botschaft, daz dieselben viere korfürsten zu Rensse uf dem stule weren gewest, und herzoge Ruprecht den drien erzbischofen sine kore hette gegeben [ihnen seine Stimme zu führen übergeben] und die drie erzbischofe herzoge Ruprechten da zu eime Romischen konige hetten gekorn und gesafst [eingesetzt].

Aber gleich im Jahre 1400 selbst noch hören wir von einer ganz andern Anschauung, dafs nämlich der neue König auf den Stuhl gesetzt wird. So unterrichtet die Stadt Frankfurt den alten König schon vorher im Juli[1]), dafs die Fürsten auf 10. Aug. einen noch Ungenannten „meinen zu Rense uf den stul gein Lanstein übir zu eime Romschen konige zu setzen und zu erheben." Und die gleiche Stadt berichtet dann nachher am 10. Sept. an Kolmar[2]), dafs die Kurfürsten den Ruprecht am 21. August zum König „gekorn und uf den stul zu Rense gesaczt" haben; es müfsten nach letzterer Stelle also zwei Akte gewesen sein: er wird zuerst gewählt und dann auf den Stuhl gesetzt. Und warum diese Stuhlsetzung vorgenommen worden ist, das wissen die Nürnberger den Regensburgern zu melden am 25. Aug.[3]): so haben si erwelt und erhaben zu einem Romischen kunig herzog Rupprechten — und haben den offenlich allem volkch verchundet und auf den stul zu Rayns gesetzet; auch hier findet zuerst die Wahl statt ohne Erwähnung des Stuhls, und nachher erst die Setzung des Gewählten auf den Stuhl. Natürlich ging das auch in die chronikalische Auffassung über. So in die Koelhoff'sche Chronik[4]): koren — ind satten in aldae up den keiserstoil. Ähnlich in das Chron. Mogunt.[5]): unanimiter creaverunt ipsumque super sedem suam in Rens concorditer et honorifice, ut bene dignus erat, posuerunt sibique ut regi Romanorum debitam reverenciam fecerunt, wo er auf dem Stuhl also auch zur Begrüfsung als König präsentirt wird. Und Ulman Stromer[6]) denkt sich die Scene ganz entsprechend: do erhuben si auf den stul herczog Rupprecht — zu eim Romissen kung. Allein diese Schilderung in städtischen Briefen und städtischen Chroniken weicht völlig ab

[1]) RTA. 3, 207, 7.
[2]) RTA. 4, 186, 21 nr. 162.
[3]) RTA. 3, 287, 6—8 nr. 229.
[4]) St. Chr. 14, 738, 31.
[5]) St. Chr. 18, 238, 30, und SS. RR. GG. in usum scholarum 79, ed. Hegel.
[6]) Hegel in St. Chr. 1, 52, 22.

von der des Sobernheim, der doch beim Könige war, und den wir soeben haben reden hören. Es macht den Eindruck, als ob die Städte sehr ungenügende Nachrichten von der Einrichtung des neuen Baus gehabt hätten, nach denen sie sich ihre Vorstellungen bildeten, und als ob namentlich auf Augenschein die angeführten Berichte unmöglich beruhen könnten. Dafs man eine einzelne Person, auch einen König, auf einen wirklichen Sitzestuhl setzen kann, ist ja unbestreitbar, aber die Vorstellung läfst sich sofort nicht mehr ausführen, wenn dieser Stuhl nach Höhe, Breite und Umfang darüber so weit hinausging wie dieses aus Stein aufgeführte Gestühle im Garten zu Rense, das man nur auf einer Treppe besteigen konnte. Man kann sich aber wohl denken, dafs nicht in allen Städten schon eine Anschauung von dem Stuhle zu Rense vorhanden war, er ist doch wahrscheinlich erst 1397 fertig geworden, und in Anwendung war er ja inzwischen nicht gekommen. Und wenn heute die Touristen den Königstuhl besuchen, weil er als Sehenswürdigkeit in allen Reisehandbüchern steht, so ist das damals sicher keinem Frankfurter oder Nürnberger eingefallen, von diesen Städten aber gehen die angeführten Berichte aus. Nun allerdings wissen wir gerade von der Stadt Frankfurt[1]), dafs sie drei bekannte Bürger dort zu Oberlahnstein nebst zwei Schreibern bei den Kurfürsten hatte; allein diese sind gar nicht nach Rense hinübergekommen zur Wahlhandlung, da sie immer nur in Verbindung mit „Lanstein" erwähnt werden, und das stimmt auch mit der nachträglichen Haltung Frankfurt's gegenüber dem Neugewählten, der bekanntlich noch lange warten mufste, bis er von der Stadt eingelassen wurde. Nürnberg aber ist wohl an beiden Orten, Oberlahnstein und Rense, unvertreten gewesen. Man wufste wohl von einem Stuhl, man hörte, dafs auf diesem die Sache vor sich gegangen sei, und hielt ihn für einen wirklichen Sitzestuhl, worauf sich eine Person niederlassen kann, hier also eine Art Thron. Freilich schon die Gründungsurkunde des Gebäudes, von 1376, redet nicht von einem wirklichen Stuhl, sondern von einem „gestuls", und die folgende Urkunde von 1398 nennt es „daz steynen gestuels", aber diese Schriftstücke waren natürlich nicht in weiteren Kreisen bekannt geworden. Die Nürnberger insbesondere sind ganz unklar

---

[1]) RTA. 3, 291, 34 und 37.

über die Sache: sie lassen den Neugewählten öffentlich vor allem Volk verkündet werden und erst dann wird er auf den „stul zu Rayns“ gesetzet, der also nicht als Etwas Erhöhtes zur Verkündigung zu dienen scheint, sondern als Sitzestuhl die Grundlage eines besonderen Aktes ist. Was aber auch unter dem Stuhlsetzen zu verstehen sein mag, so kommt es hier erst zuletzt vor, erst nach der Wahl, und doch wissen wir von Sobernheim, dafs der König auf den Stuhl noch vor der Abstimmung gekommen war. Es ergiebt sich schliefslich bestimmt und immer bestimmter, dafs es mit dem „Setzen auf den Stuhl“ nichts ist. Der Ausdruck und die mit ihm verbundene Vorstellung verdanken ihren Ursprung nur dem mifsverstandenen Wort „gestuls“.

Welches Bild eröffnet uns aber von den Wahlvorgängen und insbesondere von der Verwendung des Gestühles der authentische Bericht des Matthias Sobernheim? Von Oberlahnstein aus kommen die Kurfürsten her bis zum Königsstuhl: accesserunt sedem regalem prope Rense. Ehe sie dieses Gestühle besteigen, wird wie bei Karl IV. die Messe vom heiligen Geist gehalten mit der Bitte zu Gott, dafs er ihnen die rechte Person zur Erwählung in den Sinn gebe. Nun schwören sie den in der Goldenen Bulle c. 2 art. 2 vorgeschriebenen Eid so laut, dafs es die umstehende Menge hören kann. Dann erst (und diefs ist auch das Natürliche) besteigen sie die Tribüne: et sic ascenderunt sedem, und dort oben wählen sie. Es ist gehalten ganz gemäfs Vorschrift der Goldenen Bulle cap. 2 art. 1, mit den drei Akten: Messe, Beeidigung, Wahl. Bei der Beeidigung ist noch ausdrücklich hinzugefügt, dafs sie nach der Formel eben der G. B. vorgenommen wurde, und bei der Wahl, dafs die Berechnung der Mehrheit nach der G. B. gemacht worden sei. Ulman Stromer in St. Chr. 1, 52, 14ff. hat ebenfalls diese drei Akte, aber in der Reihenfolge: Beeidigung, Messe, Wahl[1]); die Messen, und zwar mehrere, werden auf dem Stuhl gehalten. In der Reihenfolge hat gewifs Sobernheim Recht, und ebenso darin, dafs die Messe nicht oben auf dem Stuhl gehalten wurde. In der Wahlverkündigung der drei geistlichen

[1]) Die Wahl ist dabei zu verstehen oder mit zu verstehen unter den Worten: do erhuben si auf den stul h. Ruppr. v. Payern — zu eym Romyssen kung. Jedenfalls ist sie das letzte.

Kurfürsten[1]) ist die Reihenfolge sichtlich dieselbe; auch wird dabei wiederum wahrscheinlich, dafs erst nach Messe und Eidesleistung der Stuhl bestiegen wurde[2]) zur Wahl. Vom Setzen des Königs auf einen Stuhl aber weifs Sobernheim nichts, weifs die kurfürstliche Wahlverkündigung nichts. Statt dessen hat Jener das vollkommen deutliche: et sic ascenderunt sedem. Und dieser erhöhte Punkt genügte auch zum Zweck der Publicatio, um den Gewählten zu zeigen, man hat entfernt nicht etwa noch an einen eigentlichen „Stuhl" auf dem „Gestühle" zu denken. Dafs man aber den neuen König von dem Gestühle herab allem Volk verkündigt und vorgestellt hat[3]), wie Nürnberg sagt, und dafs man ihm da hinauf in irgend einer Weise gleich die debita reverencia machte, wie das Chron. Mog. berichtet, darf man ja wohl glauben, indem es so gut wie selbstverständlich ist[4]).

Noch ist die Frage zu entscheiden, ob Ruprecht oben auf dem Gestühl bei der Abstimmung der drei andern Kurfürsten einfach mitgestimmt hat. Dafs er mit den drei andern Kurfürsten hinaufgestiegen war, haben wir gesehen. In der Frage der Abstimmung sind nun einige Quellen sehr unbestimmt. So wenn Ruprecht ganz allgemein und sehr schön dem Pabste schreibt: nescio quo dei judicio sors eleccionis super me cecidit, RTA. 3, 282, 16 nr. 222, oder wenn Frankfurt sich äufsert, dafs die Kurfürsten den Herzog Ruprecht gekoren haben, ohne alles Nä-

---

[1]) RTA. 3, 270, 7—10.

[2]) So sin wir — by ein komen und han eymüdeclich gekoren —; das „by ein komen" ist eben das Zusammentreten auf der Tribüne. Da sprachen nur die 3 geistlichen Kurfürsten, es waren aber alle 4 Wähler zugleich „uf dem stule", wo dann auch gewählt wird (Aufzeichnung der Burg Friedberg RTA. 4 nr. 161 art. 2[a]).

[3]) Die Erhebung Heinrich's VII. auf den Altar mit demselben Zweck, s. Rieger die Altarsetzung der deutschen Könige nach der Wahl, S. 42 u. 4, vgl. 19.

[4]) Gelegentlich mag hier bemerkt werden, dafs bei Ruprecht nur Einmal von Nomination durch die Kurfürsten die Rede ist, RTA. 4, 113, 27, wo Bonifacius IX. Verschiedenen die Anerkennung Ruprecht's befiehlt: nominationem et electionem per electores factas confirmantes et approbantes. Es scheint aber da eine bedeutungslose Verdoppelung des Ausdrucks zu sein, in der Approbation selbst ib. nr. 104 spricht der Pabst nur von electio, ebenso thut der kön. Gesandte Konrad von Soltau RTA. 4, 19, 19 art. 2 in seiner Rede vor Bonifaz, und Matthias Sobernheim in seinem grofsen Schreiben RTA. 3, 289, 34, auch Wenzel schreibt an Karl VI. von Frankreich nicht anders RTA. 3, 297, 28.

here, RTA. 4, 186, 20 nr. 162, und ebenso Nürnberg ihn einfach „erwelt“ werden läfst, RTA. 3, 287, 6 nr. 229.

Nun aber beginnen nähere Angaben, und sofort auch ergeben sich Abweichungen. Der König selbst schreibt, dafs die drei andern Kurfürsten ihn zum rechten König gewählt haben, nichts von seiner eigenen Stimme, RTA. 3, 271, 3 nr. 211, und diese drei selber fordern Anerkennung für Ruprecht, den sie einmüthig gewählt haben, nichts von des Königs Stimme dabei, RTA. 3, 270, 10 nr. 210, und ebenso sagen sie dem Pabst, nur sich erwähnend: in Rupertum assensu unanimi direximus vota nostra, ipsum concorditer eligendo, RTA. 3, 279, 32 nr. 219. Da ist also die Stimme Ruprecht's nicht dabei, wie es scheinen könnte.

Bonifacius IX. selbst drückt sich in der Approbation dahin aus: (electores) te concorditer elegerunt, tuque meditacione prehabita consensum prebuisti, RTA. 4, 110, 28 nr. 104; also drei wählten eigentlich nur, und der Gewählte gab nur seine nachträgliche Zustimmung, wobei das meditacione prehabita fast darauf hinzuweisen scheint, dafs unter dem consensus Ruprecht's nur die Annahme der Wahl zu verstehen wäre, die sich der Erwählte nur nach bekannter formeller Überlegung zu gestatten pflegte, wenn er auch vorher entschlossen war. In Sobernheim's Brief haben die drei Erzbischöfe gewählt, aber mit vier kurfürstlichen Stimmen, weil Ruprecht's consensus hinzukam, von dem nach der G. B. gelte: auget voces; RTA. 3, 289, 34 nr. 231. Dies ist bestimmter als in der päbstlichen Approbation, aber beim consensus bleibt doch auch die Auffassung Sobernheim's stehen, ohne dafs der kandidirende Kurfürst wirklich abstimmt, so aber dafs die Wirkung die ist, wie wenn er es thäte; also doch nicht ganz wie in der Goldnen Bulle.

Einen Schritt weiter gehen die drei Erzbischöfe, wenn sie den Kardinälen eröffnen, dafs sie einmüthig Ruprecht erwählt haben, suis ad id accedentibus consensu atque voce, RTA. 3, 281, 4 nr. 220. Eben so an die Stadt Rom, ib. lin. 30. Also hat Ruprecht da wirklich seine Stimme gegeben, aber sie ist doch noch mit dem consensus vermischt, sie erhält dadurch etwas Unbestimmtes, es ist auch hier noch nicht rein nach der G. B. gedacht oder ausgedrückt.

Indem „etzliche wise gelerte grofse phaffen in dem rechten“ an einige Städte Aufklärung geben, verwenden sie das Princip der Übertragung:

Ruprecht hat seine eigene Wahlstimme an den Kurfürsten von Mainz übertragen, der sie natürlich für Ruprecht selbst abgab wie seine eigene auch, RTA. 4, 133, 13 nr. 120. Das sagen die Juristen! So wenig wissen sie von dem in der Goldnen Bulle enthaltenen Recht und der unzweifelhaften Unmöglichkeit, dafs ein Kurfürst einem andern Kurfürsten seine Stimme übertrage[1]). Es darf uns das aber auch nicht wundern, wenn selbst Sobernheim, des Königs Notar, sich darin unklar ist, was eigentlich dieses Gesetz Karl's IV. bestimmt.

Wenn hier nicht zu sehen ist, ob der Kandidat oben auf dem Gestühle seine Stimmübertragung vorgenommen hat, so haben das doch die Burgmannen von Friedberg durch „ware botschaft erfaren“: vier waren auf dem Gestühl, und Ruprecht hat da nicht Einem von den drei Erzbischöfen, sondern allen dreien zusammen „sine kore“ (seine Stimme) zu führen übergeben, und die dreie wählten dann Ruprecht selbst, also kam ihm dabei seine eigene Stimme zu gute oder mit anderem Ausdruck: es wählten die drei mit vier Stimmen (RTA. 4, 178, 23 nr. 161).

Die Spitze der Reihe dieser verschiedenen Auffassungen bildet die Wahlakte selbst (RTA. 3, 267, 45 nr. 209). Die Urkunde ist nicht blos von drei, sondern von allen vier anwesenden Kurfürsten ausgestellt, und die drei Geistlichen haben „mit der stymmen“ Ruprecht's diesen selbst gewählt. Dies ist das Schriftstück, welchem vor allen bisherigen die höhere amtliche Autorität zukommt, und dessen Inhalt völlige Übereinstimmung mit dem in der Goldenen Bulle[2]) vorgeschriebenen oder gestatteten Verfahren zeigt. So und nicht anders ist die Sache gegangen: Ruprecht hat sich selbst die Stimme gegeben, das macht mit den drei anderen zusammen vier Stimmen, und dies ist die absolute Mehrheit des Kollegiums, welche zur Wahl hinreicht, aber auch erforderlich ist. Es versteht sich dabei von selbst, dafs er sich bei der Stimmabgabe zugleich mit den drei anderen Kurfürsten oben auf dem Gestühle befand, und es ergiebt sich auch hierbei wieder von selbst, dafs er in keinem Sinn „auf den Stuhl“ gesetzt sein kann.

---

[1]) Harnack Kurfürstencollegium 151f.

[2]) G. B. c. 2 art. 4 u. 5; meine Abh. der Pfalzgraf als Richter über den König 51f. — Der Kurfürst giebt seine Stimme entweder persönlich ab oder durch seinen bevollmächtigten Gesandten.

Auffallend bleibt aber, wie ungenau nicht blos die Nachrichten des Publikums sind, sondern auch wie ungenaue Nachrichten von den entscheidenden Stellen ausgegeben werden, vor Allem aber wie grofs die Unbekanntschaft der Juristen mit den Hergängen nicht blos, sondern auch mit grundlegenden Partien der Reichsgesetzgebung ist. Städte wie Frankfurt und Nürnberg haben weniger Kenntnifs von den Dingen als billig wäre. König und Kurfürsten verführen in amtlichen Schriftstücken zu falscher Ansicht über den Hergang einer grofsen Staatsveränderung, und vielleicht ist der Grund nur Ungeschicklichkeit des Ausdrucks. Dafs die Römische Kurie nicht die klarste Einsicht in die deutsche Gesetzgebung hat, mag hingehen; wenn aber selbst der Notar des neuen Königs in den Begriffen schwankt, auf deren Anwendung dieses Königthum ruht, so ist dies unverzeihlich. Um so weniger wird es uns Wunder nehmen, wenn die Burgmannen des kleinen Friedberg mit falscher Botschaft gespeist werden, die sie für die wahre halten, aber unbegreiflich ist es uns doch, wenn sie das noch immer zu thun scheinen, auch nachdem der neue König selbst bei ihnen gewesen ist, wo sie noch immer nicht im Klaren sind, wie die Kurversammlung seine Erhebung zu Wege gebracht hat[1]. Man kann sich daraus seinen Vers darüber machen, wie es im grofsen Publikum ausgesehen haben mag. Eine gewisse Versuchung liegt nahe, hinter alle den Unrichtigkeiten, wie sie in den besten Berichten sogar sichtbar werden, und aus amtlichen Aktenstücken nicht ausgeschlossen sind, etwas absichtliches zu vermuthen, aber man würde damit fehlgehen, es ist nur eine Fluth von Irrthum und Ungeschick.

---

[1] Die Aufzeichnung in RTA. 4 nr. 161 bleibt bei ihrem Artikel 2[a] stehen, obschon der König zu Ende Oktobers in Burg Friedberg selbst erschienen war.

VII.

Rense hatte zum Wahlort gedient für Karl IV. noch ohne Königstuhl, für Ruprecht mit dem inzwischen erbauten Königstuhl. Rense und sein Königstuhl kommen aber auch noch nach Ruprecht vor bei Königswahlen, aber blos mit Beziehung auf sie, nach dem Wahlakt, nicht mehr als Ort der Wahl selbst[1]). Zwar noch am 3. Juni 1411 schreibt die Stadt Dortmund, sie hätte gehört, dafs die Kurfürsten zur Wahl nach Rense kommen würden[2]), und die Kurmainzischen Vollmachtsträger behaupten vor dem Frankfurter Wahltag von 1411, ihr Herr könne noch immer, wenn die Stadt sich nicht richtig benehme, die Wahl nach Mainz oder Rense verlegen, wie ja zu Rense auch Wenzel — wunderlicherweise auch dieser[3]) — und Ruprecht zu Rense gewählt worden seien[4]). Das hat aber eben alles weiter keine Folge, und die Wahl findet nicht sowohl in Rense als in Frankfurt statt. Die bescheidnere Funktion des Königstuhls n a c h der Erwählung finden wir aber wiederholt in den Wahlverträgen der Jahre 1410 und 1411. Kurmainz und Kurköln[5]) machen nämlich dem Jost vor seiner Erwählung vom 1. Okt. 1410 ihre Bedingungen, auf welche dieser am 30. Sept. in Frankfurt eingeht[6]). Unter diesen Bedingungen befindet sich auch der art. 11: item ee wir unser kongliche[7]) crone ent-

---

[1]) Friedrich von Köln will zu Rense eine Kurfürstenversammlung halten, die er zwar ankündigte, die aber vielleicht gar nicht zu Stande kam; RTA. 7, 69, 13—18 nr. 50 art. 2 u. 3, Kerler's Einleitung daselbst 7, 2, 29 ff., Adolf Kaufmann Wahl Sigmund's 23 f., wo als Zeit dafür die zweite Hälfte des August 1410 angenommen wird. Und im Sommer 1411 Juli 7 hat eine Zusammenkunft von kurfürstlich Rheinischen Räthen zu Rense ohne Zweifel auch die Wahlfrage betroffen, RTA. 7, 129, 6 f. und Kerler ebenda 7, 95, 3. Im Jahr 1416 Okt. 1 beabsichtigte dann K. Sigmund einen Reichstag in Rense zu halten (RTA. 7, 309 nr. 196), der aber nicht zu Stande kam (Kerler Einl. daselbst S. 290, 22. 296, 24. 297, 19).

[2]) RTA. 7, 122, 36[b].

[3]) Siehe [Abschnitt IV].

[4]) RTA. 7, 150, 24 f.

[5]) Es waren Johann II. von Nassau 1397—1419 und Friedrich III. von Saarwerden 1370—1414.

[6]) RTA. 7, 63, 33 nr. 44 art. 11.

[7]) Also natürlich nicht die kaiserliche, wie es schon misverstanden worden ist.

phahen, sollen wir uns uf dem konigsstule zu Rense gein Oberlaynstein uber als einen Romischen koning lafsen erheben, als auch furmals andern Romischen konigen gescheen ist. Und wörtlich wiederholt findet sich das auch in den Versprechungen, welche Sigmund am Tag nach seiner zweiten Wahl dem Friedrich III. von Köln gemacht hat 1411 Juli 22[1]).

In beiden Fällen handelt es sich nicht um eine Wahl auf dem Königstuhl zu Rense wie bei Ruprecht; denn im einen Fall steht die Wahl zu Frankfurt auf den folgenden Tag bevor, im andern Fall aber hatte sie in Frankfurt am Tag vorher bereits stattgefunden. Vielmehr ist hier von einem Akte die Rede, der zwischen der Wahl und der Königskrönung vorkommen soll, und von dem sich nur frägt, worin er eigentlich besteht. Die Worte könnten an das von uns bei Ruprecht berührte Mifsverständnifs erinnern, dafs der neue König „auf den Königstuhl zu Rense gesetzt“ werde. Doch kommen sie aus diesem Mifsverständnisse nicht her; denn bei der Wahl Ruprecht's, wo dasselbe auftritt, waren Kurmainz und Kurköln persönlich anwesend, kannten also die Örtlichkeit und den mit ihr zusammenhängenden Hergang. Was von Jost und ebenso von Sigmund verlangt wird, ist auch nicht, dafs der neugewählte König vor seiner Krönung auf den Königstuhl gesetzt werde, sondern dafs er sich zum Römischen König erheben lassen solle und zwar auf dem Königstuhl. Die Kurfürsten von Mainz und Köln, das kann man vermuthen, würden sehr gern diese neuen Wahlen in Rense selbst vorgenommen gesehen haben, und da dies nicht ging, suchten sie wenigstens etwas davon zu retten, und das nennen sie „erheben als einen Römischen König“. Die Erhebung zum Könige wäre aber eigentlich nur ein ganz allgemeiner Gedanke, und sie ist kein besonderer Akt neben der Wahl, der noch eine Bedeutung hätte aufser dieser. Denn sie liegt schon in der Erwählung, und diese Erwählung zum König ist eben die Erhebung zum König. So werden auch deutlich beide Begriffe identificirt bei Ruprecht[2]). Es bedurfte also weiter keines besonderen Aktes mit rechtlichen

---

[1]) RTA. 7, 109, 49 nr. 65 nt. 13.

[2]) So deutlich bei Ruprecht in RTA. 3, 285, 12 gekoren und ufgesast; 3, 273, 8 electus et elevatus est in Rense [in regem et futurum imperatorem] Romanorum; 3, 287, 6 erwelt und erhaben zu einem Romischen kunig, worauf erst Verkündigung und Stuhlsetzen folgt; 3, 285, 24 gekorn und ufgesast; 3, 287, 17 de sublimacione et eleccione; 4, 178, 25

Folgen, der Erwählte ist König. Will man recht vorsichtig beobachten, so heifst es auch nicht „uf dem konigsstule zu einem Romischen koning lafsen erheben“, sondern nur „als einen Romischen koning“. Jenes schlöfse die Rechtsfolge in sich, dafs er dadurch König wird[1]), dieses setzt voraus, dafs er schon vorher König geworden ist. Zum König ist er erhoben schon durch die Wahl, als König wird er nun erhoben auch auf den Königstuhl, einen Sinn für sich hat das Letztere nicht. Gewählt ist er und gekrönt soll er sogleich werden, zwischen hinein kommt nun auch dieses Dritte hinzu, das nichts geben und nichts nehmen kann, eine Form ohne Inhalt[2]), eine blofse Erinnerung daran, dafs auch in Rense und auf dem Königstuhle früher ein König gewählt worden ist, eine Erinnerung, die dem Rheinischen Kurfürstenthum zu Liebe durch diesen Akt verewigt wird, eine zarte Schmeichelei für dasselbe, nachdem es die Ehre verloren, den König auf seinem Krummstabsgebiete gewählt zu sehen oder auch wählen zu machen. Und um den auf diese Art neuen Gebrauch zu festigen und für immer einzureihen in die übrigen Akte, soll er noch vor der Krönung stattfinden. So konnte auch er ein Ansehen behalten oder gewinnen, wie wenn er selbst auch etwas Nothwendiges wäre. Man könnte freilich die Absicht vermuthen, die Handlung solle der Präsentation des Gewählten und der Publication seiner Wahl dienen. Aber davon ist in der kurzen Erwähnung der Handlung, wie sie die Versprechungen Jost's und Sigmund's enthalten, nicht die Rede. Auch schlofs sich das besser an die Wahl und den Wahlort an, und dieser ist bei Jost und bei Sigmund nicht Rense, sondern Frankfurt. Es war auch niemals ein Gewählter zu diesem Zwecke bisher nach Rense gegangen. Eine öffentliche Verkündigung hat wohl in Rense stattgefun-

---

„zu eime Romischen konige hatten gekoren und gesafst“ und 3, 286, 16 „zu eime Romischen konige erwelit und gesafst“ geben denselben Sinn mit der Identificirung der Begriffe, denn „gesafst“ ist hier im Sinne von „eingesetzt zum König“ identificirt mit „gekoren“ oder „erwelit“.

[1]) Wie RTA. 3, 287, 6 erwelt und erhaben zu einem Romischen kunig.

[2]) Man darf erinnern an die exaltatio super altare, die zuerst den Sinn der Präsentation der Person des Gewählten und der Publication seiner Wahl hatte, aber gleich das nächstemal diesen Sinn verlor und zu einer leeren Förmlichkeit wurde; s. Fritz Rieger, die Altarsetzung der deutschen Könige, Berlin 1885.

den bei Karl[1]) und Ruprecht[2]), natürlich, weil sie dort gewählt wurden; von dem steinernen Gestühle herab freilich nur bei Letzterem, weil es eben erst im Bau vollendet war. Wenn nun an so etwas auch bei Jost und Sigmund gedacht worden sein sollte, so wäre freilich der Ausdruck übertrieben „als auch furmals andern Romischen konigen gescheen ist", da man sich nur auf Ruprecht hätte berufen können; den Werth solcher Berufungen und ihre Genauigkeit kennt man freilich längst. In dieser Art aber, dafs hier eine Zwischenstation gegründet wird zwischen Frankfurter Wahl und Aachener Krönung, ist es jedenfalls etwas gänzlich Neues.

Zur Ausführung scheint die Sache aber bei Jost und Sigmund gar nicht gekommen zu sein, und Vermuthungen helfen da nichts. Bei Jost freilich ist es sicher, da er am 8. Jan. 1411 in Brünn starb, ehe er selbst erscheinen konnte. Sigmund aber kam. Als er im Sommer 1414 das erste Mal auf dem Wege nach Aachen war, gelangte er im August bis nach Koblenz, ohne dafs nun unterwegs von einem Akt bei Rense die Rede wäre. Endlich, wie er nach wochenlangem vergeblichem Koblenzer Aufenthalte die Krönung vorläufig aufgegeben hat und wieder den Rhein aufwärts fährt[3]), findet er sich am 2. Sept. beim Königstuhl von Rense. Aschbach in seiner Gesch. K. Sigmund's 1, 405 nt. 31 und 2, 462 hatte schon auf den Brief der Frankfurter Abgeordneten dieses Datums aufmerksam gemacht, es ist derselbe, den inzwischen Janssen in Frank. R. K. 1, 262 nr. 472 gedruckt hat, und es heifst da: auch heldet unser herre der kunig eczunt zu schiffe bi Rense bi dem kunigstul, und ifset, und meinet zu stunt vurter heruff zu faren. Man sieht aber nicht einmal, ob er auch nur ausgestiegen ist; es macht sogar den gegentheiligen Eindruck. Auch aus der zweiten Krönungsreise vom gleichen Jahr, bei der er an's Ziel nach Aachen und zur Krönung gelangte, wird nichts berichtet von dem versprochenen Akte zu Rense. Ein Berichterstatter über diese zweite

---

[1]) [Abschnitt III] S. 24.

[2]) [Abschnitt VI] S. 55.

[3]) Auch der Brief in RTA. 7, 203, 28f. nr. 145 spricht dafür, dafs der Aufenthalt Sigmund's zu Rense in die Rückreise, den Rhein aufwärts, fällt. Wenn nachher noch eine Urkunde aus Koblenz von ihm ausgeht (Aschbach 1, 405 nt. 32, und 2, 462 oben), so ist nur zu vermuthen, dafs seine Kanzlei nicht sogleich mit ihm von Koblenz abreiste.

Reise erzählt sehr kurz und trocken: of den sondag [Okt. 28] — qwamen konnig und konniginnen ge Bopparten, of den mandag [Okt. 29] von Bopparten gen Kabelencze, also ruhig an Rense und Königstuhl vorüber (RTA. 7, 244, 3—5 nr. 167). Wie er dann 1434 Apr. 30 den Rensern das Privileg Karl's IV. „vernewet confirmert und bestetiget" hat[1]), da ist es nicht mehr wie bei der Verleihung des Zolles durch Wenzel vom 1. Jan. 1398[2]), weil sie für den Königstuhl sorgen zum Gebrauch des Reiches „in urber und behoyff des heiligen richs", sondern nur noch „dem riche tzu eren". Er scheint es so anzusehen in diesen Worten, wie er es selbst behandelt hat, frischweg und unbekümmert um das Alte; einen König geht der Königstuhl nichts mehr an, er hat dort nichts zu thun, diese Zeiten sind vorüber, aber es ist gut, dafs dafür gesorgt wird zum ehrenden Gedächtnifs. Zum Troste dafür, dafs jetzt ihre weltgeschichtliche und reichsgeschichtliche Bedeutung zu einem frühzeitigen Ende kommt, erhalten die Renser ein Schmerzensgeld, indem ihnen diesmal bei der Bestätigung des Privilegs der halbe Theil der Geldstrafe von 20 Mark löthigen Goldes zugesprochen wird, welche alle diejenigen zu zahlen haben, die gegen die Urkunde handeln.

Der vorsichtige und umständliche Friedrich III. hat dann die Sache bis auf einen gewissen Grad wieder aufkommen lassen, wahrscheinlich von kurfürstlich Rheinischer Seite dazu veranlafst, wo sie noch nicht vergessen gewesen sein wird. Eberhard Windeck erzählt[3]) zum Jahr 1442, als Friedrich nach Aachen zur Krönung zog: dornach fur der konig mit den hern von Bacharach den Rein abe, und do si komen gein Boparten, do des koniges stulle stat zu Rense, do was der stull kostlich berait mit guldein und siden tuchern; do wart der konig dorauf gesezt von den kurfursten, also dann das von alter herkomen ist. Die glänzende Zurüstung scheint eine Überraschung zu sein, die ihm diese Kurfürsten bereitet hatten. Sie mögen gewünscht haben, die Sache wieder in Schwung zu bringen, ihr vielleicht eine gröfsere Bedeutung zu geben, doch blieb es bei der inhaltsleeren Ceremonie. Es war wenigstens so

---

1) Herausg. von Hellbach im Corr. Bl. d. Gesammtvereins Okt. 1884 nr. 10.

2) RTA. 1, 161, 8 nr. 96.

3) Mencken SS. RR. GG. 1, 1284 cap. 223.

wie Jost und Sigmund es versprochen hatten, zwar lange nach der Erwählung, aber doch auf der Reise zu der Aachener Feierlichkeit, richtig zwischen Wahl und Krönung. Wenn Friedrich wirklich sich damals noch nachträglich zu Frankfurt und gleich darauf gar noch auch zu Mainz[1]) hat auf den Altar exaltiren lassen und hier nun überdies die Stuhlsetzung in Rense vorgenommen wird[2]), so sind wenigstens die beiden letzteren Handlungen sehr überflüssig gewesen nach dem Beispiel Sigmund's. Die Kurfürsten mögen nicht ohne Grund auf seine Neigung zu pomphaften Gelegenheiten gerechnet haben. Dafs hier der Ausdruck „auf den Stuhl gesetzt“ wieder auftritt, darf nicht überraschen; als kurze Sprachwendung ist es wohl erklärlich, er wurde ja von ihnen hinaufgeführt und hat sich oben gewifs auch niedergesetzt, und sonst kam nichts vor, jedenfalls pafst es eher als bei Ruprecht, der schon oben war, als er erst gewählt wurde.

Eine neue Wendung sollte die Sache aber 1486 unter Maximilian I. bekommen. Dafs er „auf den Stuhl gesetzt“ worden sei, diese mifsverständliche Redensart ist in der coronatio Maximiliani I.[3]) glücklich vermieden; sie wird durch die richtigere Fassung ersetzt, dafs der König von zwei Kurfürsten auf den Königstuhl geführt worden sei, auf dem er dann safs, als er die darauffolgenden Handlungen vollzog. Diese Handlungen aber sind, dafs er dem Römischen Reich einen Eid schwört und einen Ritterschlag vornimmt[4]). Der Ritter Ludwig von Eyb[5]) berichtet, dafs Maximilian am 30. März „an den Königstuhl“ zu Rense gekommen sei; dort habe der Erzbischof von Mainz die Forderung an ihn gestellt, dafs er die Fürsten bei ihren alten Privilegien und Herkommen belassen solle, wofür ihm diese, wie von Alter hergebracht, gehorsam sein wür-

---

[1]) Fritz Rieger l. c. 32.

[2]) Das kurze Regest der Privilegiumsbestätigung bei Chmel reg. Frid. nr. 1013 läfst nichts erkennen als ganz allgemein diese Bestätigung selbst.

[3]) Freher-Struve SS. RR. GG. 3, 30. — Die Aufzeichnung über die Aachener Krönung bei Olenschlager N. Erl. d. G. B. im Urk. B. auf S. 255 in nr. 116 enthält nichts über den Aufenthalt in Rense bei der Reise nach Aachen.

[4]) Die Erzählung schliefst: facta quoque per archiepiscopum Moguntinum relatione, iterum se in naves receperunt, venientes illo sero Andernacum.

[5]) Ed. Jos. Baader, in Annalen des histor. Vereins für den Niederrhein 1864 Heft 15 S. 2.

den: „darauf“ so wird fortgefahren „thet der konig ein verwilligung“, es ist kaum zu entscheiden, ob damit die Verwilligung der genannten Kurmainzischen Forderung oder irgend eine andere specielle Gewährung gemeint wird. Das Datum dieser Dinge ist dabei auf den 30. März 1486 angegeben. Es ist die Zeit zwischen der Wahl vom 14. Febr. zu Frankfurt und der Krönung zu Aachen vom 9. Apr., also richtig so wie es Jost und Sigmund zu machen versprochen und es bei Friedrich III. ausgeführt worden war, auf dem Wege zur Krönung[1]). Man sieht, wie man der inhaltsleeren Ceremonie zu Rense wieder einigen Sinn zu verschaffen suchte, indem man den Neugewählten dort einige einleitende und erste Regierungshandlungen vornehmen liefs, die aber dem Königstuhl keine bleibende Bedeutung geben konnten. Für diesmal galt es vielleicht die möglichste Vorsicht zu üben, damit die Anfechtung der Wahl keine weiteren Anhaltspunkte bekomme (diese Anfechtung s. Ulmann die Wahl Maximilian's I. in den Forschungen 22, 154ff. und K. Maximilian I. Bd. 1 S. 8, wo aber vom Königstuhl nicht die Rede wird).

Dann als bei Maximilian II. die Sache wieder in Anregung gebracht wurde, die unter seinen beiden Vorgängern eingeschlafen zu sein scheint, da fruchtet es nichts mehr. Es sei zwar, so wird berichtet[2]), alte Gewohnheit, dafs der König nach der Frankfurter Wahl auf den Königstuhl bei dem Städtchen Rense geführt werde und da den Kurfürsten alle Privilegien bestätige, um darauf zu Aachen nach Anweisung der Goldnen Bulle gekrönt zu werden, aber sehr schwer wiegende Gründe hätten

[1]) Die ungen. franz. Quelle, die Stramberg im Rheinischen Antiquarius 2, 4, 379—380 mittheilt, läfst den König ebenfalls von einigen hohen Persönlichkeiten auf den mit Tapisserie wohlausgeschmückten Königstuhl begleitet werden, er thut seine Schuldigkeit eine Zeit lang dort zu sitzen, und wird sehr von den Landleuten betrachtet, die seinen Anblick wünschten. Es sei, so hatte man dem Berichterstatter es wohl erläutert, der erste Stuhl, auf den der König sich nach seiner Erhebung setzen müsse, d. h. der erste insofern als der zweite dann zu Aachen folgt, wohin man eben reiste. Von Andrem, was da vorgenommen, wird dabei nichts berichtet.

[2]) De electione et inauguratione Maximiliani Austrii II., Rom. regis Francofurti ad Moenum 1562 historia per Adamum et Nicolaum Heydenos fratres gemellos descripta, (die Electio von Diesem, die Inauguratio von Jenem, und die Letztere beginnt mit der Abmachung wegen Rense) steht in Germanicarum rerum tomi quatuor Simonis Schardii, im Schardius redivivus sive rerum Germanicarum scriptores varii olim a d. Simone Schardio, operâ Hieronymi Thomae, tomus III pag. 90, Giessae 1673.

dagegen gesprochen: die Unbequemlichkeit der winterlichen Jahreszeit, und dazu die grofsen Kosten, die man dem Gemeinwesen habe ersparen können. Mit Recht hätte man auch sagen können, dafs die Goldene Bulle aufserdem deutlich genug die Bestätigung der kurfürstlichen Privilegien sofort nach der Wahl in Frankfurt selbst vorgenommen wissen wolle[1]). Aber es ist uns genug, zu erfahren, wie Kaiser und Kurfürsten einerseits und die Stadt Aachen andrerseits ganz einverstanden waren, dafs beides, jene Privilegienbestätigung und die Krönung, zu Frankfurt am 30. Nov. 1562 geschehen solle. Jedenfalls, da jetzt Rense für den neuen König nicht mehr auf dem Wege zu einer Aachener Krönung lag, konnte die Reise zwischen Wahl und Krönung, von Frankfurt nach Rense und von Rense nach Frankfurt sehr störend empfunden werden. Werth hatte sie ohnedies keinen für den König. Da man nicht nach Rense kam, so wurde auch die Bestätigung der alten Zollvergünstigung für die Ortschaft, vom 9. Juli 1376, die Karl IV. einst ertheilt hatte, offenbar vergessen, und erst 1568 nachgetragen[2]).

Es zeigt diese rasche Übersicht über spätere Stuhlbesteigungen zu Rense, die nicht auf Vollständigkeit der Behandlung Anspruch macht, dafs jene Sitte sich nicht einmal so lange erhalten hat wie die Exaltation des Königs auf den Altar.

---

[1]) Goldene Bulle cap. 2 art. 4 electus, peracta statim electione — absque dilatione — confirmare debeat.

[2]) Günther cod. dipl. Rh.-Mosell. 3, 794—796 nr. 554. In der Urkunde kehrt die Wendung von 1434 wieder: doch das sie das gestuell, in bemelts kaiser Karl's brief ernennt, dem reich zu ehren bewahren bawlich und wesentlich underhalten, vgl. S. 63.

Die urheimath der Indogermanen und das europäische zahlsystem.

Von

H[rn.] JOHANNES SCHMIDT.

Gelesen in der Gesammtsitzung am 20. März 1890
[Sitzungsberichte St. XVI. S. 297].
Zum Druck eingereicht am 4. April 1890, ausgegeben am 4. Juni 1890.

I.

Nachdem man erkannt hatte, dafs alle die völker, welche jetzt unter dem namen der indogermanischen begriffen werden, von einem gemeinsamen urvolke abstammen, nahm man zunächst an, dies urvolk habe zuerst irgendwo im inneren Asien gesessen. Das schien so selbstverständlich, dafs man sich mit beweisen begnügte, welche nur einem schon ohne sie überzeugten genügen können. Man gab zeugnissen über die vergangenheit einzelner arischer völker unberechtigt eine rückwirkende kraft auf das urvolk oder liefs die gröfsere alterthümlichkeit der arischen sprachen gegenüber den europäischen ins feld rücken, welche schwindet, sobald man je zwei aus gleicher zeit stammende sprachdenkmale mit einander vergleicht, oder man berief sich einfach auf die analogien anderer aus Asien nach Europa erfolgter einwanderungen, welche ebenso wenig beweisen, dafs die indogermanische wanderung die selbe richtung genommen hat, als die keltischen und phrygisch-armenischen züge gen osten, die später von den anhängern der europäischen heimath zu gunsten ihrer ansicht angeführt wurden, einen rückschlufs auf die indogermanische bewegung gestatten. Ich brauche die ältere litteratur hier nicht im einzelnen durchzunehmen, da O. Schrader (sprachvergleichung und urgeschichte [2] s. 9f. 111ff.) sie zusammengestellt und richtig beurtheilt hat.

Mit vorliebe beruft man sich endlich bis in die jüngste zeit auf den frühen aufschwung der Inder zu litterarischen schöpfungen (so noch van den Gheyn l'origine européenne des Aryas, Paris 1889, p. 40. 46 und Max Müller three lectures on the science of language, London 1889, p. 61). Dieser vermag wohl einen anderweitig geführten beweis zu verstärken, aber weder ihn selbst zu führen, noch einen etwa für die europäische heimath erbrachten zu entkräften. Der grofse abstand zwischen den Litauern, welche es bis heute nur zu sehr einfachen lyrischen liedern gebracht haben, und ihren unmittelbaren nachbarn, den Germanen, welche sich bereits vor mehr als einem jahrtausend an den herrlichsten heldendichtungen begeisterten, zeigt, wie gewagt ein schlufs vom späteren beginne der litteratur auf längere wanderung ihres volkes ist. Sind auch die vedischen hymnen, wie M. Müller meint, schon 1500—1000 v. Chr. an den ufern der sieben ströme erklungen, so folgt daraus keineswegs, dafs die vorfahren der sänger nicht, sagen wir ein jahrtausend früher, aus fernen landen aufgebrochen sein können. Das heifse klima des Induslandes mochte ihnen neben besonderer begabung erleichtern sich schneller zu entwickeln als ihre in der heimath zurückgebliebenen unter ungünstigeren bedingungen den lebensunterhalt erringenden verwandten. Und wer möchte behaupten, dafs zur vedischen zeit die Europäer — mögen sie gesessen haben, wo man will — gar keine lieder gesungen haben? Es fehlte ihnen vielleicht nur die mufse, die frömmigkeit und die geduld, welche die Inder befähigten so umständliche vorkehrungen zur erhaltung ihrer lieder in nichtschreibender zeit zu treffen. Scheint doch die von Westphal angeregte vergleichende metrik schon für die indogermanische urzeit den beginn gebundener und formelhafter rede zu sichern (s. die bei O. Schrader [2] 40 verzeichnete litteratur).

Victor Hehn, dessen scharfes auge diese blätter leider nicht mehr prüfen wird, zieht aus der nur bei europäischen Indogermanen übereinstimmenden benennung des salzes den schlufs, dafs diese völker gemeinsam durch die salzsteppen des Aralsees und kaspischen meeres gewandert seien und erst dort das salz kennen gelernt haben (das salz s. 16). Ich halte ihn nicht für zwingend, da diese benennung, obwohl sie den arischen sprachen fehlt, wegen ihrer eigenthümlichen gestalt aller wahrscheinlichkeit nach schon aus der ursprache stammt und das schwei-

gen der arischen sprachen gerade in diesem falle nicht viel bedeutet (s. pluralbildungen der neutra s. 183).

Herm. Brunnhofer (über den ursitz der Indogermanen, öffentliche vorträge gehalten in der Schweiz, herausg. v. B. Schwabe bd. VIII, heft V, Basel 1885) setzt die urheimath nach Armenien. Ἀράξης als flufsname findet sich nicht nur in Armenien (armen. *Eraskh*), sondern noch in Persis und Mesopotamien, wird auch als benennung von flüssen angegeben, welche gewöhnlich andere namen führen, so des Iaxartes, Thermodon, Hypanis, Rha, Tanais, Peneios. Brunnhofer verbindet damit die namen des vorgebirges Ἄραξος in Elis, der stadt Ἄραξα in Lykien und des volkes Ἀράξαι ἢ Ἄραξοι in Illyrien und vermuthet wie Spiegel (Ausland 1864, s. 367) auch zusammenhang mit abaktr. *Rañha* und dem mythischen flusse *Rasā́* des Rigveda. Ebenso kehre der name des benachbarten armen. Κῦρος oder Κόρος, des heutigen Kur, nicht nur auf iranischem gebiete sondern auch im thessal. Κουράλιος oder Κωράλιος wieder. 'Es unterliegt keinem zweifel, dafs die zwei armenischen ströme dieses namens die wahren prototype aller andern im osten und westen wiederkehrenden flufs- und ortsnamen Kur und Araxes sind. Das von beiden strömen eingeschlossene gebiet ist nach altpersischem glauben heiliges land, grund genug die namen der dasselbe umschlingenden flüsse für uralt zu halten.' Lassen wir den *Kur* aus dem spiele, bei welchem gar nicht zu entscheiden ist, wie viel von dem zu ihm gestellten vielmehr dem personennamen apers. *Kurush* zukommt, so wird die eine oder die andere der nachrichten über die benennung Ἀράξης wohl auf einfacher verwechselung beruhen und auch der verhörung oder ungenauen gräcisierung ein gewisser spielraum vorzubehalten sein (wie durch Ξέρξης nicht nur ap. *Khshayārshā* sondern auch der zweite theil von *Arta-khshathra* wiedergegeben wird). Endlich aber wäre nachzuweisen, dafs wirklich Armenien die heimath des namens sei und dieser selbst der indogermanischen sprache angehöre, deren jüngere form man armenisch nennt, nicht von einer älteren bevölkerung hinterlassen sei. Fast alle diese bedenken hat schon Kiepert vor mehr als zwanzig jahren ausgesprochen (monatsber. d. Berlin. akad. a. d. j. 1869, s. 229 anm. 2). Dafs sich ganz andere schlüsse aus dem flufsnamen ziehen lassen, kann man in Zimmers altindischem leben s. 15 sehen. Vertraut man auch dem anklange des ved. *Dr̥bhīka-* an die in Hyrkanien und Margiana woh-

nenden Δέρβικες oder Δερβίκκαι, so führt er doch nicht nach Armenien. Und wenn das altbaktrische *airyanem vaējō* auch mit Spiegel in Arrān, dem lande zwischen Kur und Eraskh zu suchen wäre, würde dies dadurch noch nicht zur heimath der übrigen Indogermanen. Ferner soll der Argonaute Ἄρμενος aus dem thessalischen Ἀρμένιον, welcher laut Strabo mit Iason nach Armenien zog und diesem den namen gab, vielmehr beweisen, dafs die Griechen von dort ausgewandert seien, und der anklang der *Erminones* und des *Arminius* auch die Germanen ebendahin führen. Auf solche anklänge ist überhaupt nicht viel zu geben, im vorliegenden falle um so weniger, als apers. *Armina*, *Armaniya* Armenien, *Arminiya* Armenier gar nicht die nationalen benennungen sind, die Armenier sich selbst vielmehr von alter zeit an *Haikh* (pl. von *haj* = skr. *páti-*) nennen. *Armina* hiefs wahrscheinlich nur ein südöstlicher den Medern zunächst liegender stamm, dessen namen diese und dann die Perser auf das ganze volk übertrugen (s. Kiepert über älteste landes- und volksgeschichte von Armenien, monatsber. d. Berlin. akad. 1869, 223; lehrbuch d. alten geographie s. 75). Endlich in Diodors bericht (II, c. 43) über die wanderungen der Skythen vom Araxes aus mit Brunnhofer 'nicht mehr und nicht weniger als eine authentische, aus dem grauesten alterthume überlieferte geschichte der Urindogermanen' zu sehen (s. 21) wird wohl nur wenigen gelingen.

Der ganzen armenischen hypothese steht die bekannte volksüberlieferung entgegen, dafs die Armenier von den aus Macedonien eingewanderten Phrygern abstammen (Herodot VII, 73; VIII, 38, Steph. Byz. unter Ἀρμενία). Die keilinschriften von Van beweisen, dafs diese indogermanische einwanderung erst nach dem 7. jh. v. Chr. stattgefunden hat und dafs die ältere durch sie verdrängte bevölkerung der Alarodier weder zu den Indogermanen noch zu den Semiten gehörte (Sayce the cuneiform inscriptions of Van, journal of the Royal Asiatic society vol. XIV, p. 377 s.).

Fritz Hommel (die namen der säugethiere bei den südsemit. völkern s. 224. 290. 414 f., correspondenzbl. d. dtsch. gesellsch. f. anthropol., ethnogr. u. urgesch. 1879 s. 60, archiv f. anthropol. XV, 1884, s. 164) hat einige alte 'culturwörter' zusammengestellt, welche in der semitischen wie in der indogermanischen grundsprache vorhanden gewesen seien, bei der unverwandtschaft beider also nur aus der einen in die andere entlehnt

sein können, mithin beweisen, dafs die urheimath der Indogermanen nahe der der Semiten in Asien gelegen habe.

1) Ursemit. *ṯauru* oder *ṯhauru* stier 'mit dem dem ursemitischen eigenen zwischen *t* und *sch* stehenden laut, der im arab. zu engl. *th*, im aram. zu *t*, im äthiop. zu *s*, im hebr. und assyr. zu *sch* wurde', arab. ثَوْرٌ, hebr. שׁוֹר, phön. *θωρ*, assyr. *šūru* usw. = indog. *staura* stier, welches auf grund von got. *stiur*, skr. *sthūrá-* stark und *ταῦρος* angesetzt wird (säugeth. 224). Diese indog. worte gehen aber auf zwei mit einander ganz unvereinbare grundformen zurück. *stiur* aus **stiwur* deckt sich mit skr. *sthávira-* dick, derb, welches im RV. als beiwort des stieres erscheint (W. Schulze KZ. XXIX, 271) und regelrecht dem abaktr. *staore-m* grofsvieh entspricht (Bartholomae BB. XV, 10); gemeinsame grundform ist indog. *sthévaro-s*, welches dem semit. *ṯauru* nicht allzu nahe liegt. *ταῦρος* dagegen deckt sich mit umbr. *turuf*, preuss. *tauris*, abulg. *turŭ*. Vielleicht ist das ihnen zu grunde liegende *tauros* aus dem im gallischen erhaltenen *tarvos*, air. *tarb* (Zeuss [2] 54), finn. *tarvas* entstanden wie *αὐλός* röhre, lit. *avilýs*, *aulýs* bienenstock, abulg. *ulĭj* bienenstock aus lat. *alvus*, *alveus* bienenstock (voc. II, 416). Mit gall. *tarvos* hängt finn. *tarvas*, estn. *tarw* ochse durch entlehnung zusammen (Schiefner bullet. de la classe hist.-phil. de l'acad. de St. Pétersbourg V, 1848, p. 102; VI, 1849, p. 286. 379), wobei dahingestellt bleibe, ob anord. *tarfr* die vermittelung bildet, oder ob diese wortform früher noch bei anderen mit Finnen in berührung gekommenen indogermanischen völkern lebte. Sollte aber auch *tauros* eine unveränderte, nicht aus *tarvos* entstandene grundform sein und mit dem semit. *ṯauru* zusammenhangen, so könnte das den Ariern fehlende wort von einem oder mehreren der osteuropäischen stämme benachbarten Semiten entlehnt und dann allmählich ferner wohnenden Indogermanen mitgetheilt sein [1]). Für die indogermanische urzeit gewinnen wir also selbst dann nichts.

2) Der zahllos oft hervorgehobene anklang von hebr. קֶרֶן, ursemit. *qarnu* horn an lat. *cornu*, ir. *corn*, got. *haurn*, für welche Hommel indog. *karna-* ansetzt, ist wohl trügerisch, denn die beiderseitigen anlaute waren

[1]) Übrigens sei daran erinnert, dafs bereits Pott e. f. II [1], 189 gäl. *tarbh*, čech. *tur*, chald. תּוֹר, lat. *taurus* zusammengestellt hat.

stark verschieden, skr. *çṛ'nga-m* erweist für die ursprache den laut, welchen die mehrzahl der fachgenossen als palatalen verschlufslaut ansetzt, welcher aber vielleicht ein spirant war (KZ. XXV, 134f.), jedesfalls von dem tief gutturalen semit. *q* weit ab lag. Da unser *horn* usw. sich durch ihre ausgebreitete verwandtschaft als echt indogermanisch erweisen (pl. ntr. 363ff.), die Indogermanen als nomaden auch schon mehr horn besafsen, als sie verarbeiten konnten, so müfsten hier die Semiten die entlehnenden gewesen sein, d. h. in jener vorzeit so viele hörner aus Indogermanien eingeführt haben, dafs deren fremde bezeichnung den einheimischen namen verdrängen konnte. Ist dies nur im geringsten wahrscheinlich?

3) Idg. *gharata* = ursemit. *ẖarūḍu* gold. Letzteres ist auf grund von assyr. *ḥurāṣu*, hebr. חָרוּץ angesetzt. Von indog. seite scheidet χρυσός als relativ spätes phönicisches lehnwort aus (Pott e. f. II [1], 141, A. Müller BB. I, 299). O. Schrader (sprachvergl. u. urgesch. [2] 243ff.) spricht unserem urvolke den besitz des goldes ab ohne Ficks zusammenstellung von got. *gulþ*, abulg. *zlato*, lett. *felts* mit skr. *hāṭaka-m* gold (spracheinheit 283) zu erwähnen. Allerdings erscheint im Mahābhārata je einmal *Hāṭaka-s* als name eines landes, pl. *Hāṭakās* als der seiner bewohner, so dafs Böhtlingk das appellativum als das aus Hāṭaka gewonnene deutet. Ebensowohl kann aber das land nach dem metalle als Eldorado benannt sein; *hāṭaká-* golden wird ja vom scholiasten zu Pāṇini angeführt. Im zweiten falle wäre *γholto-m* oder *γhorto-m* (nicht *gharata*) für die ursprache gesichert, und zwar, wie seine zahlreichen wurzelverwandten mit anderen suffixen beweisen, als echt indogermanisches wort[1]). Ohne auf die frage einzugehen, ob die ursprache überhaupt *l* gehabt hat, würde jedesfalls nach dem verhältnisse von πέλεκυς, skr. *paraçú-s* zu den von Hommel ihnen zugesellten sumer. *balag*, babylon.-assyr. *pilakku* im

---

[1]) P. v. Bradke (über methode und ergebnisse der arischen alterthumswissenschaft s. 72—76) läfst *gulþ* aus *zlato* und dies aus der sprache 'nachdringender Iranier' entlehnen, beides gleich unwahrscheinlich. Eine mit suffixalem *t* gebildete benennung des goldes ist in keiner iranischen sprache nachgewiesen, und dafs abaktr. *zaranya-* gold mit abulg. *žlĭtŭ* gelb zu abulg. *zlato* gold 'contaminiert' sei (s. 74), wird wohl niemand glauben. Steckt in skr. *hāṭaka-* ein **haṭa-* oder **hāṭa-* gold, was möglich, aber nicht nothwendig ist, dann sichert dies im verein mit den nordeuropäischen worten die entsprechende benennung des goldes für die urzeit.

semitischen *l*, nicht *r* zu erscheinen haben, aufserdem aber das semitische lange *u* unerklärt bleiben, so dafs *harūḏu* schon hierdurch allen zusammenhang mit indog. *γholtom* oder *γhortom* verliert.

4) Idg. *sirpara* oder *sirapra* = assyr. *ṣarpu* (arab. ظَرْفٌ *ẓarfun* hat Hommel archiv f. anthr. XV, 165 zurückgezogen). Leider kommt aber die gemeinte bezeichnung des silbers nur in den nordeuropäischen sprachen vor, got. *silubr*, abulg. *sĭrebro*, preuss. *sirablan*, *siraplis*, lit. *sidábras*, lett. *sidrabs*, *sudrabs*, und ist überhaupt sehr zweifelhaft, ob das indog. urvolk schon silber kannte (s. O. Schrader [2] 259f.; P. v. Bradke aao. 14f., 77f.).

Hat auch keins dieser indogermanisch-semitischen 'culturworte' stich gehalten, so sind wir Hommel doch zu grofsem danke verpflichtet für den hinweis auf zwei andere worte, welche die Indogermanen mit dem ältesten innerasiatischen culturvolke, den Sumeriern, gemein haben: 1) skr. *lōhá-s*, *lōhá-m* kupfer, pehl. *rōd*, abulg. *ruda* metallum, lat. *raudus*, an. *raudi* rotes eisenerz = sumer. *urud* kupfer, 2) skr. *paraçú-s*, πέλεκυς = sumer. *balag*, babylon.-assyr. *pilakku* beil. Sie sind in der ganzen bisherigen litteratur der einzige vielleicht nicht trügerische anhalt für die bestimmung der indogermanischen urheimath. Einen wirklichen beweis zu führen sind sie allein natürlich aufser stande, da sie zufällige anklänge sein können, wie sie auch zwischen ganz unverwandten sprachen, welche nie berührungen gehabt haben, vorkommen, z. b. mandschu *shun* sonne, engl. *sun*; mandschu *sengi* blut, lat. *sanguis*; nordamer. *potómac* flufs, πόταμος (Sayce introduction I, 149). Sollten die anklänge nicht auf zufall beruhen, dann ist sumer. *balag*, babylon.-assyr. *pilakku* durch seine übereinstimmung nur mit πέλεκυς, nicht mit skr. *paraçú-s*, im höchsten grade wichtig.

Die neuesten vertheidiger des asiatischen ursprunges unserer sprachen, M. Müller (biographies of words p. 111f. und three lectures) und van den Gheyn, erwähnen diese worte ebenso wenig wie Schrader in seiner zweiten auflage. v. d. Gheyn schliefst seine schrift 'l'origine européenne des Aryas' (Paris 1889) mit dem resignierten seufzer: si l'hypothèse de l'origine asiatique n'est pas péremptoirement prouvée, d'autre part, rien ne s'oppose à ce qu'on y souscrive (p. 46). Es ist ihm leider nicht gelungen irgend etwas stichhaltiges für Asien beizubringen.

Ehe ich einen weiteren anhalt zu gewinnen suche, sind nun noch die gründe zu prüfen, mit welchen man unsere urväter nach Europa verweisen will.

In den fünfziger jahren begann eine gegenströmung zu gunsten der europäischen herkunft der Indogermanen, welche immer mehr an kraft gewann und heute namentlich die anthropologischen kreise in ihren strudel gezogen hat. Leider vertragen auch hier die beweise keine scharfe prüfung. Völlig hinfällig sind die nur allgemeinen erwägungen von Latham (elements of comparative philology, London 1862 p. 611f.) und J. G. Cuno (forschungen im gebiete der alten völkerkunde I, 1871, s. 21ff.; vgl. O. Schrader sprachvergleichung ² 118. 123f., Max Müller three lectures on the science of language, London 1889, p. 60). L. Geigers argumente (zur entwickelungsgesch. der menschheit 1871, 113ff.) beruhen darauf, dafs er für die ursprache eine reihe von baum- und pflanzennamen in anspruch nimmt, welche thatsächlich nur in europäischen sprachen vorkommen (s. Schrader 121f.). Dagegen besticht auf den ersten anblick Benfeys bemerkung, dafs für die in Asien heimischen thiere, löwe, tiger, kamel sich keine gemeinsamen namen bei den Indogermanen finden, wohl aber für die in Europa lebenden, bär, wolf, rind, schaf, ziege, hund, pferd u. a. (vorwort zu Ficks wtb. d. indog. grdspr. 1. aufl. 1868, s. VIII; geschichte der sprachwissensch. 599f.). Benfey setzt deshalb unsere urheimath in die gegend 'oberhalb des schwarzen, nicht fern von dem kaspischen meere' (allgemeine zeitung, 27. juli 1875, beilage s. 3270). Wer bürgt aber dafür, dafs nicht gerade dort zu der zeit, um welche es sich hier handelt, löwen hausten? kamen sie doch noch zu Herodots zeit in den ländern zwischen dem Acheloos in Akarnanien und dem bei Abdera in Thracien mündenden Nestos vor (Hdt. VII, 125. 126). Ich lege hierauf weiter kein gewicht, da überhaupt keiner der vier thiernamen für die europäische urheimath das geringste beweist. Tiger und kamel scheiden sofort aus, da sie auch den Indern zur zeit des Rigveda, als sie nur im Indusgebiete safsen, noch unbekannt waren, s. Zimmer altind. leben 79[1]). Der löwe aber kommt auch auf dem hochlande von Pamir und

---

[1]) Armen. *vagr* tiger ist aus skr. *vyāghrá-* entlehnt, ihm nicht urverwandt, siehe Hübschmann armen. stud. I, 14.

an den abhängen des Hindukush, wo man bisher die urheimath der Indogermanen suchte, nicht vor (Ujfalvy de Mezö-Kovesd expédition scientifique Française en Russie, Sibérie et Turkistan, Paris 1878; Max Müller biographies of words and the home of the Aryas 1888, p. 100; three lectures on the science of language, London 1889, p. 65). Man brauchte also nur diese oder eine andere löwenlose gegend Asiens zu nehmen um vor Benfey sicher zu sein. Die versuche die europäischen benennungen des löwen als indogermanisch zu erweisen sind zwar fehlgeschlagen[1]), wir wissen nicht, ob überhaupt und wie die Indogermanen den löwen benannt haben, dies zwingt uns jedoch keineswegs ihnen die bekanntschaft mit dem thiere abzusprechen. Ohne irgendwo gegen die wahrscheinlichkeit zu verstofsen, können wir unsere vorfahren trotzdem in ein löwenbewohntes land setzen. Dazu bieten sich verschiedene möglichkeiten. 1) Nehmen wir an, sie benannten den löwen mit dem worte, dessen fortsetzung in skr. *siṁha-*, armen. *inj* leopard erhalten ist, so war es natürlich, dafs die nachmaligen Europäer, sobald sie in löwenlose gegenden kamen, das wort verloren, wie die Inder die indog. wurzel *sneigh*, *snigh* im schneelosen süden verloren haben. Ihre griechischen nachkommen lernten den löwen in semitischen ländern wieder kennen und übernahmen seine benennung von den Semiten, gerade wie die Deutschen, in deren lande der elch ausgerottet ist, für ihn jetzt die benennung *elen* von

---

[1]) Paulis herleitung von λέων usw. aus einer wurzel *liv* gelb sein (die benennung des löwen bei den Indogermanen, Münden 1873), welche trotz der unverkennbaren schwächen von O. Schrader (sprachvergleichung und urgeschichte [2] 362) wieder zugelassen wird, mag hier auf sich beruhen, da auch nach ihr den Ariern etwas verwandtes fehlt, der name also nicht aus der ursprache herleitbar ist. Lefmann (BB. X, 302) stellt *leo*, λέϝων zum namen des dämon *Rāvaṇa-* im Rāmāyaṇa, welchen er *Ravaṇa* nennt, und erklärt sie als 'brüller'. van den Gheyn (l'origine européenne des Aryas, Paris 1889, p. 15 anm. 5) stimmt ihm bei, auch Rendall (the cradle of the Aryans, London 1889, p. 17), dem sie sehr unbequem ist, wagt diese herleitung nicht zu bestreiten. M. Müller scheint sie auf jeden fall einleuchtender als die entstellung aus semit. *labi'atu* (biographies of words p. 113). Es liegt aber auf der hand, dafs wenn λέων aus λέϝων entstanden ist, lat. *leo* ihm nur entlehnt, nicht urverwandt sein kann, da indog. *ev* im lat. stets zu *ov*, eventuell weiter zu *u* geworden ist. Aufserdem haben die mit skr. *ru*, *ráuti* brüllen verwandten europäischen worte durchweg *r*: ὠρύω, lat. *rāvis*, *rūmor*, ahd. *ruode* rugitui usw. (Curtius g. e. [5] 356, verf. KZ. XXVI, 11), vom vocalismus des griechischen λέων, welcher auch schwierigkeit macht, zu schweigen.

den östlichen nachbarn, bei welchen er sich länger erhalten hat, entlehnten (lit. *élnis*, poln. *jeleń*, russ. *olenĭ*). Oder 2) die Indogermanen benannten den löwen mit einem worte, welches sich nicht nur bei den Europäern sondern auch bei den Ariern verloren hat. Denn auch diese konnten, selbst wenn das thier nie ihrem gesichtskreise entschwand, die alte benennung aufgeben, wie die nordeuropäischen völker, obwohl sie nie in bärenlosen ländern gesessen haben, die indogermanische benennung (skr. *ṛ́ksha-s*, *ἄρκτος*, *ursus*) durch neue ersetzten: ahd. *pero*, lit. *lokýs*, *meszkà*, lett. *lácis*, abulg. *medvědĭ*. Endlich 3) ist nicht undenkbar, dafs das urvolk den löwen noch gar nicht als eigene gattung sondern erst als art eines anderen der auf die urzeit zurückführbaren raubthiere, z. b. des hundes, aufgefafst hat, wie die Inder auch raubthiere, welche keine hunde sind, unter *çvápad-*, *çvā́pada-* begreifen, z. b. den tiger AV. VIII, 5, 11; Çat. Br. V, 5, 4, 10, und die Sumerier den löwen *lik. magh* 'grofser hund' nennen (Hommel namen der säugethiere 416). Ich will weder eine dieser möglichkeiten als wirklich behaupten noch entscheiden, ob die Indogermanen in einem löwenlande gesessen haben oder nicht, da unsere kenntnisse hierzu noch keinerlei anhalt geben. Die ganze ausführung sollte nur zeigen, auf wie schwachen füssen Benfeys beweis, welcher nachhaltigen eindruck gemacht hat und auf der späteren litteratur bis zu der jüngst erschienenen schrift von Rendall, the cradle of the Aryans (London 1889, p. 17), wie ein alb lastet, in wirklichkeit steht.

Auch Otto Schrader hielt in der ersten auflage seiner 'sprachvergleichung und urgeschichte' (s. 454) zwar eine endgiltige entscheidung noch nicht für möglich, erklärte aber 'die ansicht, dafs der ursprung der indogermanischen völker eher west- als ostwärts zu suchen sei, für die den thatsachen weitaus entsprechendere'. Hierzu veranlafste ihn die seiner meinung nach nahe übereinstimmung der für das urvolk zu erschliefsenden cultur mit der in den ältesten Schweizer pfahlbauten gefundenen. Allein dies ist besten falls nur ein argumentum ex silentio, da Asien, dessen erforschung noch kaum begonnen hat, in seinem boden vielleicht eine cultur birgt, welche der des urvolkes noch mehr entspricht. Aufserdem weichen beide doch stärker von einander ab, als Schrader meinte. Schon die von ihm selbst anerkannte thatsache, dafs die Schweizer pfahlbauer fischfang trieben — neun fischarten sind auf ihrem

tische gefunden —, während für die Indogermanen kein einziger fischname nachweisbar und fischnahrung entschieden abzusprechen ist (aao. 171 f. 371 f.), läfst die lebensart beider völker als wesentlich verschieden erscheinen (s. P. v. Bradke beitr. z. kenntnifs der vorhist. entwickelung unseres sprachstammes, progr. Giefsen 1888, s. VIII; üb. methode u. ergebnisse der ar. alterthumswissenschaft, 1889, s. 281 ff.). Eine reihe anderer unterschiede hat van den Gheyn (l'origine européenne des Aryas p. 33 f.) hervorgehoben. Durch die eben erschienene zweite auflage des Schraderschen buches ist eine weitere erörterung gegenstandslos geworden, da der verfasser seine ansicht aufgegeben hat.

In neuerer zeit hat sich dann die anthropologie unserer frage bemächtigt. Ausgehend von der annahme, dafs die nördlichen Germanen in ihrer hellen hautfarbe, blauen augen, blonden haren, länglichen köpfen den physischen typus der Indogermanen bewahrt haben, setzte Th. Pösche (die Arier 1878, s. 58 ff.) die urheimath der letzteren in die Rokitnosümpfe am Pripet und der Beresina, weil dort häufig albinismus vorkommen soll. Als beweis dafür mufs die überschätzte ursprünglichkeit des litauischen herhalten. Karl Penka dagegen läfst die Indogermanen ihre leiblichen eigenthümlichkeiten unter den gletschern der eiszeit in Mitteleuropa gewinnen, dann, als sich die gletscher zurück zogen, nach Schweden wandern und dort cultur und sprache zu der höhe entwickeln, welche wir dem urvolke zuschreiben müssen (origines Ariacae 1883, s. 81 ff.; herkunft der Arier 1886, s. 32 f. 65 f. 91). Von Schweden aus haben sie sich später nach Mitteleuropa zurück gewandt und von dort weiter verbreitet (orig. s. 121 f.). Es fällt mir nicht ein das schlüpfrige gebiet der anthropologie zu betreten. Unzweifelhaft können die ursprünglichen raceneigenthümlichkeiten der Indogermanen, die ursachen und das heimathsgebiet dieser eigenthümlichkeiten sowie die physischen mischungsverhältnisse der völker, welche sprachen unseres stammes reden, allein von vertretern der physischen anthropologie mit aussicht auf erfolg behandelt werden. Ebenso unzweifelhaft aber kann die indogermanische ursprache und die entwickelungsgeschichte der einzelnen historisch überlieferten sprachen unseres stammes einzig von sprachforschern festgestellt werden. Eine endgiltige beantwortung der Indogermanenfrage setzt klarheit auf beiden gebieten voraus. Jedes von beiden erfordert aber einen ganzen

mann. Da zahllose völkermischungen stattgefunden haben, eine race oft von einer ganz verschiedenen die sprache übernimmt, ist von vorn herein wahrscheinlich, dafs es indogermanische völker gebe, welche ihre leibliche erscheinung von einer anderen race haben als ihre sprache, also nach der einen als Europäer, nach der anderen als Asiaten zu betrachten seien oder umgekehrt. Über solche werden die urtheile des anthropologen und des sprachforschers vielleicht aus einander gehen. Da kaum zu hoffen ist, dafs in absehbarer zeit ein einziger mann beide gebiete selbständig beherrschen werde, kann der endgiltige abschlufs nur durch einvernehmen der wirklich sachverständigen beider wissenschaften gewonnen werden. Gegenwärtig liegen die dinge aber noch so, dafs es mehr erfolg verspricht, wenn jeder allein auf dem gebiete, welches er wirklich kennt, das material für die einschlägigen fragen sammelt, die verhandlungen zwischen anthropologen und sprachforschern aber bis zu dem zeitpunkte verschoben werden, wo beide genügend gerüstet sind. Dann mag, wenn beide nicht von selbst unter einen hut kommen, sich zeigen, was härter ist, die fossilen schädel oder die sprachlichen thatsachen. Heute aber hat Max Müllers ausspruch recht: 'To me an ethnologist who speaks of Aryan race, Aryan blood, Aryan eyes and hair is as great a sinner as a linguist who speaks of a dolichocephalic dictionary or a brachycephalic grammar. It is worse than a Babylonian confusion of tongues — it is downright theft' (biographies of words p. 120). Gerade die Penkaschen bücher, welche mit ihrer unzeitigen verquickung beider wissenschaften keiner von beiden gerecht werden, zeigen dies deutlich. Der verfasser gebärdet sich als beherrscher beider, giebt sich aber in der sprachwissenschaft, zu deren reformator er sich berufen wähnt, überall so erstaunliche blöfsen, dafs er es uns nicht verübeln darf, wenn wir auch seinen anthropologischen behauptungen mit dem gröfsten mifstrauen begegnen, zumal wenn dies von namhaften anthropologen getheilt wird. Beide bücher haben viel verwirrung angerichtet.

Hören wir, was für die herkunft der Indogermanen aus Schweden als sprachliche beweise vorgebracht wird.

Da mufs zunächst 'die bekannte thatsache' herhalten, 'dafs der gotische vocalismus neben dem indisch-iranischen dem vocalismus der ari-

schen grundsprache am nächsten kommt' (orig. 154), worüber schon damals kein kundiger mehr ein wort verlieren mochte.

'Die arische [d. h. indog.] grundsprache hat die nicht aspirierten tenues gar nicht besessen, sondern hat blofs die tenues aspiratae gekannt'. Beweis 1) die tenues aspiratae der arischen sprachen, welche im griech. durch tenues aspiratae vertreten werden, in den übrigen sprachen die aspiration verloren, 2) 'die meisten der heutigen germanischen idiome besitzen noch gegenwärtig nur tenues aspiratae, *kh, th, ph*, ungenau durch *k, t, p* bezeichnet [aber nirgend an stelle der arischen tenues aspiratae!], und wo sich reine tenues finden, läfst sich jedesmal der einflufs einer allophylen volksschichte nachweisen' (orig. 161). 'Da die heutigen germanischen völker unter sämmtlichen arischen völkern den berechtigtsten anspruch darauf erheben können, als die am wenigsten mit fremden elementen vermischten nachkommen der alten Arier angesehen zu werden, so erscheint es ganz begründet, ihre lautgewohnheiten als altarische lautgewohnheiten überhaupt zu betrachten und der gemeinsamen arischen grundsprache den besitz der reinen tenues abzusprechen' (s. 162). Dafs die nhd. tenues aspiratae erst an stelle von indog. mediae und mediae aspiratae getreten sind, wird dabei völlig übersehen. Aus diesen angeblich indogermanischen tenues aspiratae sollen die reinen tenues aller indog. einzelsprachen aufser dem germanischen, z. b. in *patér-*, skr. *pitár-*, durch einwirkung des ugro-finnischen bevölkerungselementes entstanden sein. 'Der schlagendste beweis für die richtigkeit der annahme, dafs das altarische nur tenues aspiratae gekannt habe, liegt jedoch im germanischen, insofern die germanischen spiranten *h, th, f* die aspiraten *kh, th* (wohl zu unterscheiden von der spirans *th*) und *ph* zur nothwendigen voraussetzung haben und es ganz unbegründet ist anzunehmen, die vorauszusetzenden aspiratae hätten sich erst im germanischen aus ursprünglichen tenues entwickelt' (s. 164). 'Wenn überhaupt bei einem arischen volke, so sollte man gerade bei den alten Germanen den unveränderten fortbestand des altarischen consonantismus erwarten' (s. 164). Diese erwartung wird zwar durch die thatsächlich eingetretene lautverschiebung arg enttäuscht, Penka geräth aber dadurch keinen augenblick in verlegenheit, denn er 'trägt kein bedenken, die ursachen der deutschen [d. h. germanischen] lautverschiebung ... in dem einflusse der allophylen (fin-

nisch-lappischen) volksschichten zu suchen' (s. 165). 'Unter dem einflusse des finnisch-lappischen elementes wurde die arische media *g*, *d*, *b* zur tenuis *k*, *t*, *p*' (s. 166). Penka merkt nicht einmal, dafs er damit seinem ganzen gebäude das fundament abgegraben hat. Denn die tenuis aspirata z. b. des nhd. *khū* (kuh) beruht ja erst auf der 'tenuis' von as. *kō*, an. *kýr*, welche 'unter dem einflusse des finnisch-lappischen elementes' aus dem *g* von skr. *gắus*, *gāvī-* entstanden sein soll. Diese nhd. tenuis aspirata, auf welche hin soeben erst den Indogermanen alleinbesitz von tenues aspiratae zugesprochen war (s. 162), ruht also auf finnisch-lappischer grundlage!

Die 'palatalen und sibilanten' der Slawen und Romanen sowie die arisch-slavolettischen spiranten an stelle von gutturalen der übrigen europäischen sprachen (skr. *ç* usw.) werden ebenfalls ugro-finnischem einflusse zugeschrieben (s. 144—153). 'Während in den sprachen aller jener arischen völker, deren anthropologischer charakter hauptsächlich durch das turanische element bestimmt wird, sich zugleich alle oder doch die meisten jener laute finden, die den ural-altaischen sprachen eigenthümlich sind (palatale, mouillierte laute usw.), fehlen diese laute charakteristischer weise der altarischen grundsprache, aber auch den sprachen jener arischen völker, die den altarischen typus am reinsten bewahrt haben, so vor allem den sprachen der skandinavischen völker, wo sich spracherscheinungen wie die erwähnten nur ganz ausnahmsweise nachweisen lassen' (herkunft s. 32). Der herr hat also nie eine schwedische grammatik in der hand gehabt. Gerade seine angebliche heimath der Indogermanen ist heute ein nahezu classisches land für alle die erscheinungen, welche man unter dem namen des zetacismus zusammenfasst.

Die Indogermanen sollen ursprünglich am meere gesessen haben, wozu wieder das nur in den Uṇādisūtren belegte skr. masc. *mī́ra-s* (alle europ. sprachen weisen auf neutrales *mari*, s. pl. ntr. 45) mifsbraucht wird (orig. s. 61 f.), ihre cultur die selbe gewesen sein wie die neolithische Südschwedens, wofür man jeden nachweis vermifst (herkunft s. 33 f.), ihre flora und fauna desgleichen (s. 37 ff.). Um dies letzte zu beweisen werden eine menge ausschliefslich europäischer wörter, wie die benennungen der buche, des aals, oder gar nur nordeuropäischer, wie die des lachses (ahd. *lahs*, russ. *lososĭ*, lit. *lasziszà*, preuss. *lasasso*) als indoger-

manisch angesetzt, mit dem selben rechte oder unrechte, mit welchem man den Indogermanen die bekanntschaft des löwen zugeschrieben hat.

'Reminiscenzen' an die skandinavische urheimath, welche sie 3000 v. Chr. verlassen haben (orig. s. 14), sind, dafs die Iranier ihrer heimath *airyanem vaējō* einen winter von 10, einen sommer von 2 monaten zuschreiben [als ob dies nur in Skandinavien, nicht auch im asiatischen hoch- oder nordlande vorkäme!], ferner die kurzen nächte bei den Laestrygonen Od. κ 84f. [welche doch nie als vorfahren der Griechen gegolten haben], das bei den Kimmeriern herrschende dunkel Od. λ 14f., endlich Orendel-Odysseus. Dieser ist 'ein altarischer könig des nordens, welcher, nachdem er alle gefahren einer nordischen seefahrt bestanden hatte, wieder glücklich nach hause gelangte, wo man ihn nicht mehr erwartet hatte und bereits anstalten traf, sich in den besitz seiner frau und seines reiches zu setzen' (orig. s. 55—60). Endlich werden berichte des Jordanes, Paulus Diaconus und anderer mittelalterlicher schriftsteller als zeugnisse für die skandinavische urheimath der Indogermanen — von wo die auswanderung 3000 v. Chr. begonnen haben soll! — vorgeführt (herkunft s. 124ff.) und durch gleichsetzung der Kymren und Kimmerier auch die Kelten von dort hergeleitet (s. 172f.). Über die etymologien, durch welche scharen von völkernamen als 'weifse' oder 'blonde' oder 'dunkele' gedeutet werden (orig. 35—44, 122f. und sonst), wäre jedes wort zu viel. Selbst Rendall (the cradle of the Aryans, London 1889), welcher alle übrigen gründe Penkas gläubig wiederholt (p. 58ff.) und die Indogermanen von der Nord- oder Ostsee, wahrscheinlich sogar von Skandinavien ausgehen läfst (p. 63), sagt, es sei schwer diese etymologien ernsthaft zu lesen, und nennt sie geradezu lächerlich (p. 43f.)[1].

Die, man sollte meinen, unverkennbare nichtigkeit dieser ausfüh-

[1]) Penka aber läfst sich auf grund seiner leistungen folgendermafsen vernehmen: 'Die auf dem gebiete der historischen anthropologie und der arischen ethnologie gewonnenen resultate habe ich dann dazu benützt, um der vergleichenden grammatik der arischen sprachen in der anthropologie der arischen völker ihre natürliche grundlage zu geben. Bei dem umstande, als die arische sprachwissenschaft immer mehr und mehr der methodelosigkeit, phantasterei und verflachung verfällt, kann es nur von nutzen sein, wenn dieselbe einer disciplin angegliedert wird, die in folge ihres exact-naturwissenschaftlichen charakters schon von vornherein nicht dazu angethan ist, zum tummelplatze subjectiver velleitäten herabzusinken' (orig. s. VII). Wir danken bestens.

rungen war durch die anthropologische verbrämung so geschickt maskiert, dafs auch manche sonst nüchternen philologen der blendung erlagen. Ferd. Justi zweifelte zwar an einigen etymologien der völkernamen, erklärte aber andere — welche, sagt er nicht — für 'sehr evident' und stimmte schon den origines zu (Berliner philol. wochenschr. 1884, s. 39). Von der 'herkunft' meint er sogar: 'Der verf. verficht im vorliegenden werke seine bereits in den origines Ariacae ausgesprochene ansicht, dafs Skandinavien das indogermanische urland sei, mit neuen und, wie uns bedünkt, entscheidenden gründen der geschichte, sprache und archäologie' (aao. 1887, s. 564). Andere trugen zwar bedenken geradezu Skandinavien als die urheimath anzunehmen, aber Europa stand auch ihnen nun fest. W. Tomaschek (Kuhns literaturblatt für oriental. philol. I, 133) und Sayce (report of the British association for the advancement of science 1887 p. 889) glaubten zu dessen gunsten noch die behauptung aufstellen zu dürfen, dafs die europäischen sprachen ursprünglicher seien als die arischen. So allgemeine sätze lassen sich mit drei zeilen weder beweisen noch widerlegen. Jedesfalls kommen dabei noch sehr viele andere dinge als das lautsystem in frage. Und selbst wenn man einseitig den vocalismus zum mafsstabe nimmt, wird sich doch mancher vielleicht noch bedenken mit Sayce dem litauischen in dieser hinsicht unbedingt die gröfste ursprünglichkeit zuzusprechen. Dieser vocalismus allein beweist ihm aber, dafs die urheimath in der nachbarschaft der heutigen Litauer zu suchen sei. Ganze sprachen sind, wenn sie schon so stark von einander abweichen wie das litauische von den germanischen, romanischen usw., hinsichtlich ihrer alterthümlichkeit überhaupt kaum gegen einander abwägbar wegen der tausende zu berücksichtigender thatsachen. Das ergebnifs solcher abwägung beweist zudem gar nichts für die frage nach der heimath, wie man am Isländischen sehen kann, welches alterthümlicher ist als die auf dem festlande gebliebenen nordischen dialekte.

Rendall (the cradle of the Aryans, London 1889) gesteht zwar zu, dafs die namen der vierfüfsigen thiere keinen beweis gegen die asiatische heimath hergeben (p. 20), legt aber mit Penka (herkunft 38. 46) grofses gewicht auf die übereinstimmung von ἔγχελυς, *anguilla*, lit. *ungurýs*, preuss. *angurgis*, russ. *ugorĭ*, poln. *węgorz* usw. Da die zuflüsse des kaspischen und schwarzen meeres keine aale führen, könnten die Euro-

päer, falls sie aus Asien eingewandert wären, keine gemeinsame benennung des aales haben, diese beweise also für ihre europäische herkunft (p. 21). Aus diesen worten ist aber nicht sicher auf eine gemeinsame ureuropäische benennung zu schliefsen, da sie, worauf die verschiedenheit der suffixe weist, erst in den einzelsprachen aus dem namen der schlange, lat. *anguis*, lit. *angìs*, sloven. *vōž*, poln. *wąż*, gebildet sein werden, wie schon Schrader ([1] 171, [2] 375) angenommen hat. Für σέλαχος = ahd. *selah* seehund, die nicht das selbe thier bezeichnen, auch lautlich nicht so einfach zu vereinigen sind wegen des gr. σ statt zu erwartendes ʽ, und κάμμαρος = an. *humarr* soll die annahme einer landwanderung vom kaspischen meere zur Ostsee nicht wahrscheinlich sein (p. 21). Aber die von Rendall zugelassene einer wanderung von der Ostsee zum ägäischen meere führt über wenig kürzere landstrecken. Dafs das indische die drei vocale *e, o, a* gleich gemacht hat und, was mit unrecht behauptet wird, sich in der vertretung der 'gutturalreihen' weiter von der ursprache entfernt habe als die europäischen sprachen (p. 25), fällt gegenüber den zahlreichen weit gröfseren unursprünglichkeiten, welche für das griechische lautsystem vielleicht aus ebenso früher zeit überliefert sind, überhaupt nicht ins gewicht. Wir wissen ja nicht einmal, ob schon zur vedischen zeit wirklich gar keine spur der alten vocalverschiedenheit mehr vorhanden war und ob das monotone *a* nicht erst später in die alten texte hineingetragen ist, zu einer zeit, als das griechische längst die tönenden aspiraten in stumme, *s* in *h*, *kj* in σσ usw. verwandelt hatte. Und die lautsysteme der übrigen Europäer aus dem 6. jh. v. Chr. sind uns leider verloren. Aufserdem erkennt R. selbst an: there is no fixed equation between language-change and place-change.

Ferner ruft Rendall, wie schon früher Meringer, meine 'verwandtschaftsverhältnisse' an. 'Jedes volk ist sprachlich mit den völkern am nächsten verwandt, die ihm in bereits historischer zeit auf europäischem boden anwohnen, während von Slawen und Griechen einstmals eine brücke indogermanischer völker zu den Ariern führte. Wäre also Asien das heimathland der Indogermanen, dann müfsten die völker dort in der selben ordnung ansäfsig gewesen sein wie später in Europa, d. h. der ganze völkercomplex müfste sich, ohne im grofsen ganzen die lage seiner theile zu einander zu ändern, von Asien nach Europa verschoben haben. Wie

ist das denkbar? Dagegen ist alles klar, wenn Europa die heimath ist. Von einem punkte haben dann die ausbreitungen stattgefunden, und die peripheren glieder wanderten am weitesten, so vor allen die Urarier. Kurz mich dünkt, wer Schmidts resultate betreffs der verwandtschaft der indogermanischen sprachen annimmt, mufs dann auch die europäische hypothese anerkennen' (Meringer ztschr. f. d. österr. gymn. 1887, s. 930). Mir scheint jedoch ebenso wohl denkbar, dafs die völker in der historischen anordnung schon in Asien gesessen haben, dann phalanxartig, die Kelten an der spitze, links und rechts dahinter die Südeuropäer und die Nordeuropäer, allmählich nach Europa gerückt sind. Man mufs nur beim beginne der wanderung die einzelnen stämme nicht nach millionen zählen wollen.

Von allen den sprachlichen gründen, mit welchen man die Indogermanen zu europäischen eingeborenen machen wollte, hält also kein einziger stich. Und alle weiteren versuche in dieser richtung wären ein für alle mal abgeschnitten, wenn Max Müller recht hätte, dafs zur zeit der auflösung des indogermanischen urvolkes Europa für menschen überhaupt noch unbewohnbar gewesen wäre (three lectures, p. 62). Doch fürchte ich, dafs er die grenze des beweisbaren überschritten hat, da wir nicht den geringsten anhalt für die bestimmung dieser zeit besitzen.

Fragen wir nun unsere sprachen selbst um ihre heimath, so ist die auskunft, welche sie über deren physische beschaffenheit geben, verzweifelt nichtssagend. Sie war ein binnenland, dessen gewässer mit rudernachen befahren wurden, wo birken und eine nicht genau bestimmbare halmfrucht (*jevo-*) wuchsen, der winter schnee brachte und sich drei jahreszeiten, frühling, sommer, winter fühlbar von einander schieden. Das trifft so ziemlich auf ganz Europa-Asien aufser den südlichsten strichen. Wir können auch von dieser seite gar keine weitere belehrung erwarten, denn alle nur für die urheimath charakteristischen namen von pflanzen und thieren mufsten bei den stämmen, welche andere länder betraten, entweder verloren gehen oder ihre bedeutung wechseln, so dafs sie uns entweder nicht vollstimmig genug bezeugt sind um ihren ansatz für die urzeit zu rechtfertigen oder zwar ihrem klange nach für die ursprache fest stehen, aber ihre ursprüngliche bedeutung in zweifel lassen. Sollten wir allein mit dieser kunde ausgerüstet die fahrt zur urheimath antreten,

dann müfsten wir sie als gänzlich hoffnungslos aufgeben, und M. Müller hätte recht die aufgabe für unlösbar zu erklären (biographies p. 91. 122. 127). Indefs bleibt noch die hoffnung, dafs es allmählich gelingen werde aus den spuren, welche fremde völker unseren sprachen oder unsere völker fremden sprachen eingedrückt haben, wenn nicht die urheimath selbst, so doch wenigstens einige marksteine für den weg zu gewinnen, den unsere vorfahren durchmessen haben.

Die von W. Tomaschek (Ausland 1883, 701 f.) beigebrachten worte, welche aus indogermanischen sprachen in finnische gedrungen sind, beweisen keineswegs, dafs die indogermanische urheimath an der Wolga zu suchen sei, denn für keins dieser worte steht fest, dafs es aus der indogermanischen ursprache und nicht vielmehr aus einer der historischen einzelsprachen entlehnt ist. O. Schrader (sprachvergleichung [2] 145) erkennt dies an, verfällt aber in den selben irrthum, indem er auf eine ganz unsichere etymologie hin unser urvolk an den selben flufs setzt. Dieser heifst bei den Mordwinen *Rawa* oder *Rau*, bei Ptolemaeus Ῥᾶ. Schrader sucht darin eine umgestaltung von indog. *srovā* strom (s. 633). Herodot kennt die Wolga bekanntlich unter dem namen Ὄαρος (Schafarik slaw. alterth. I, 499; Müllenhoff alterth. II, 76). Ist dies eine ältere form von Ῥᾶ, dann fällt die herleitung aus *srovā* überhaupt. Ist es von ihm ganz verschieden, dann hat der flufs entweder den namen Ῥᾶ erst frühestens im 5. jh. v. Chr. erhalten, d. h. sicher nicht vom indogermanischen urvolke, oder ist von verschiedensprachigen anwohnern hier Ὄαρος, dort Ῥᾶ genannt. Sollte nun auch letzteres aus *srovā*, nicht etwa aus abaktr. *Rañha* entstanden sein, dann besteht immer noch nicht die geringste bürgschaft dafür, dafs, wie Schrader will, unser urvolk und nicht vielmehr ein jüngerer stamm in ihm seine spur hinterlassen habe (skr. *srava-*, *srāva-*, ῥέϝος, ῥοϝά, lit. *sravà*, *srovė́* aus **srāviā*). Dieser von zweifeln rings umspülte name giebt also nicht den geringsten anhalt für unseren ursitz. Doch Schrader sucht nachzuhelfen, indem er auch die palaeontologischen thatsachen auf die Wolgasteppe deutet. Aber auch dies gelingt gerade an entscheidenden punkten nicht überzeugend. Fauna und flora fügen sich dieser wie fast jeder anderen localisierung so ziemlich. Bei ihrer farblosigkeit fällt aber ein einziger unterschied schwerer ins gewicht als zehn übereinstimmungen. Zunächst sträubt sich der indo-

germanische bär, 'der offenbar kein eigentliches steppenthier ist'. Ihm zu gefallen wird also der ursitz 'soweit nördlich vorgeschoben, dafs streifzüge des mittelrussischen und uralischen bären in die steppe denkbar sind' (s. 637). Auch bienen fehlen der steppe (s. 638), die urväter aber brauten ihr *medhu* aus honig, also mufs ihnen dieser 'auf dem wege des tauschhandels von benachbarten völkern zugekommen sein' (s. 464). Auf die steppe soll auch der mangel an bezeichnungen für berge weisen. Nur eine einzige gesteht Schrader dem urvolke zu: skr. *giri-*, abaktr. *gairi-*, abulg. *gora*. Eine zweite ergiebt sich wohl aus apers. *kaufa* berg, abaktr. *kaofa-* berg, lit. *kópos* K., *kópai* Schl. nehrung, lett. *kāpa*, *kāps* abhang, steiles ufer, langer bergiger strich, dünen[1]). Mehr als zweifelhaft wird die steppenheimath endlich durch die drei jahreszeiten, welche das urvolk unterschied. Das klima der steppe zeichnet sich durch sehr kalten winter und sehr heifsen sommer aus. Die übergänge zwischen beiden jahreszeiten sind so schroff, 'dafs von frühling und herbst kaum die rede sein kann' (Schrader s. 635). Unsere urväter unterschieden aber zwischen dem winter *γhiom-* und dem sommer, nom. *s$_e$mōr* (pl. ntr. 207), noch den frühling *veser* oder *vēs$_e$rt* (pl. ntr. 201). Um sie steppenfähig zu machen, sucht Schrader, meines erachtens den thatsachen entgegen,

---

[1]) Die wurzel hatte ursprünglich einen langen diphthong, welcher sein *u* verlieren mufste; als zugehörige tieftonige formen erscheinen *au* und *ū*, als schwächste *u*: 1) lit. *kópos*, *ků́pti* häufeln, lett. *kōpa* haufe, anord. *hópr* haufe lebender wesen (ob ahd. *huoffonte* exaggerans A., *gihuofotun* exstructos VG. I, 283, *gihuofot* Otfr. I, 24, 18, F. auf urgerm. *hōp-* weisen, ist zweifelhaft, s. Kelle Otfr. II, 72 anm. 6, Singer PBr. XI, 300); 2) *au* in apers. *kaufa*, lit. *kaúpas* haufe, abulg. *kupŭ* haufe, ags. *heáp*, ahd. *houf*; 3) *ū* in lit. *kūpà* haufe, lett. *kūpētīts* häufchen, ahd. *hūfo*, gr. *κῦφός* gekrümmt, *κῦφος* buckel, höcker (abaktr. *kaofa* wird auch auf den kamelhöcker angewandt), *ἀνακεκῦ́φαμεν* Eur. Cycl. 212; 4) doppelt reduciertes *u* in lit. *kupetà* haufen, *kuprà*, gen. *kùpros* buckel, ahd. *hovar* gibbus. Dagegen die von Miklosich et. wtb. unter *kopa* 2 zusammengestellten benennungen des aufgeworfenen erdhügels, wie poln. *kopiec* wall, grenzhügel, ameisenhügel, maulwurfshügel, lit. *kápas* grabhügel, gehören zu slaw. *kopati* graben, preuss. *en-kopts* begraben, *κάπετος*, *σκάπτω* (Curtius g. e. [5] 167). Mit ihnen kreuzt sich *kopa* schock, dann haufen von 60 bündeln oder garben, dann heuhaufen, schober überhaupt, als dessen grundbedeutung Miklosich 'haufen' ansetzt. Von einem aufgegrabenen erdhaufen ist aber nicht so leicht zur bezeichnung einer anzahl von 60 zu gelangen. Vielleicht ist *kopa* schock gar kein slawisches wort, sondern mit der sexagesimalrechnung, deren stempel es trägt, von auswärts eingedrungen (s. u.).

ihnen den frühling abzusprechen. Skr. *vasar-*, *vasantá-*, abaktr. *vanri*, armen. *garun*, ἔαρ, lat. *vēr*, anord. *vār*, abulg. *vesná* stimmen völlig überein und bezeichnen alle nur den frühling. Dennoch soll das wort ursprünglich die ganze bessere zeit des jahres, frühling und sommer zusammen, bedeutet haben, einzig weil im litauischen *vasarà* den sommer bezeichnet (s. 436). Das einmüthige zeugnifs aller übrigen sprachen beweist aber, dafs *vasarà* erst durch die klimatischen verhältnisse Litauens, welche den frühling hinter dem sommer zurücktreten lassen, zu seiner jetzigen bedeutung gekommen ist, und zwar erst ziemlich spät, denn im preufsischen vocabular heifst der sommer noch *dagis*. Der frühling *pavásaris*, d. h. die zeit unter, am rande des sommers (vgl. *pa-girýs* gegend am walde, *pa-marýs*, *pa-jūrės* u. dgl.), ist wohl erst unter einwirkung slawischer oder deutscher vorstellungen von der *vasarà* wieder geschieden worden. Die drei jahreszeiten stehen also unter den wenigen thatsachen, welche zur ermittelung der urheimath helfen können, so fest wie irgend eine, und sie verbieten an ein steppenklima zu denken. Andererseits hat Schrader nichts beigebracht, was sich nur unter voraussetzung der Wolgaheimath erklärte und uns etwa zwingen könnte von den erwähnten schwierigkeiten einstweilen abzusehen.

Mithin hat sich aus der ganzen umfangreichen litteratur bis heute nur ein einziger vielleicht nicht trügerischer anhalt ergeben, die beiden indogermanisch-sumerischen anklänge (oben s. 9). Einen zweiten und, wie ich hoffe, ungleich festeren gewährt unser zahlsystem.

II.

Die zahlworte waren im beginne unserer wissenschaft einer der prüfsteine für die zugehörigkeit zum indogermanischen stamme überhaupt. Sie haben uns später durch die benennungen des tausends, welche einerseits bei den Nordeuropäern, andererseits bei den Griechen und Ariern übereinstimmen, wichtige fingerzeige für die verwandtschaftsverhältnisse der einzelsprachen gegeben. Sie werden uns nun auch der urheimath näher führen.

In den germanischen sprachen wird das indogermanische decimalsystem bekanntlich von einem duodecimalsysteme gekreuzt. Das verhältnifs von elf und zwölf zu zehn ist gemeingermanisch anders gedacht als das der folgenden zahlen bis 19. Got. *ainlif*, *twalif*, deren erstes sich mit lit. *vënů'lika* ganz deckt (Mahlow die langen vocale AEO, 49), hat schon J. Grimm (gr. II, 946 f., Germania I, 19) richtig als 'ein überschiefsendes', 'zwei überschiefsende' gedeutet und ihren zweiten theil mit got. *laiba* überbleibsel, *aflifnan* übrig bleiben, lit. *lìkti* übrig bleiben verbunden. Pott (quinare u. vigesimale zählmethode 75) hat die entsprechende bezeichnung für 11—19 von den Philippinen beigebracht.[1]) Die

---

[1]) Brugmann (zur frage nach den verwandtschaftsverhältnissen der indogerm. sprachen, Techmers internation. ztschr. I, 251) glaubt die ihm unbequeme übereinstimmung von got. *ainlif* und lit. *vënů'lika* aus der welt zu schaffen, indem er versichert, *ainlif* gehöre zwar zu *bi-leiban, laibōs, aflifnan*, diese seien aber von lit. *vënů'lika, lìkti*, *λείπω*, *linquo*, skr. *ric* zu trennen und 'richtiger' mit Fick I[3], 194 zu lit. *limpù* ich bleibe kleben zu stellen (ebenso Kluge et. wtb. [4] unter *bleiben*). Ich kann dem gegenüber nur betonen, dafs zu jener trennung nicht der geringste grund vorliegt, dieser verbindung aber die bedeutungen der germanischen worte auf das entschiedenste widerstreben. Fick hat es sogar über sich gewonnen got. *laiba κατάλειμμα* von den völlig gleichbedeutenden lit. *pá-laikas, át-laikas* überbleibsel, abulg. *otŭ-lěkŭ τὸ καταλειφθέν, λείψανον, ἐγκατάλειμμα*, skr. *ati-rēka-s* überbleibsel, gr. *λοιπός* los zu reifsen und mit abulg. *lěpŭ* vogelleim, gr. *ἀλοιφή*, skr. *lēpa-s* salbe, teig, tünche, hangen bleibende unreinigkeit zu verbinden. Hier ist der irrthum mit händen zu greifen. Ich füge hinzu, dafs an allen den stellen, welche eins der fraglichen gotischen worte überliefern, das litauische neue testament — ich benutze hier Kurschats ausgabe, Halle 1865 — die entsprechende bildung von *lìkti* hat. *laibōs ganisand, τὸ κατάλεμμα σωθήσεται, pálaiks bùs iszganýtas* Rom. 9, 27; *jah usnēmun laibōs gabrukō sibun spyreidans καὶ ἦραν περισσεύματα κλασμάτων ἑπτὰ σπυρίδας, ìr surìnko*

dabei als mafs vorschwebende zahl zehn, nach deren abzug die 1 oder 2 übrig bleiben, ist ebenso wenig ausgesprochen wie in den indischen dekaden von 60—100 *shashṭi-s* usw., welche ursprünglich nur 'sechsheit' usw. bedeuten, gesagt ist, dafs diese sechsheit aus dekaden besteht (vgl. Pott e. f. II[1], 218, verf. pl. ntr. 14. 294 anm.). Durch beschränkung des gebrauches ward in beiden fällen die kürze des ausdrucks ergänzt und mifsverständnifs ausgeschlossen[1]). Dagegen die zahlen von 13—19 sind durch zusammenrückung der einer und zehn gebildet, got. *fidwōrtaihun, fimftaihun.*

Wie 12, so bildet 60 einen abschnitt, worin J. Grimm wieder einen eingriff des duodecimalsystems sieht (gesch. d. d. spr. 248). Die dekaden von 20—60 werden im gotischen durch den plural eines stammes *tigu-* ausgedrückt. Belegt sind gen. *þrijē tigiwē*, dat. *twaim tigum, saihs tigum*, acc. *þrins, fidwōr, fimf tiguns.* Dieser *u*-stamm ist im dat. pl. entstanden. *tigum* entspricht, abgesehen von der nordeuropäischen ersetzung des suffixes *-bhis* durch *-mis*, laut für laut dem skr. *daçábhis*; zu ihm wurden *tigiwē, tiguns* nach analogie der *u*-stämme neu gebildet wie der acc. pl. *auhsuns* I. Cor. 9, 9[2]) zum dat. pl. **auhsum* = skr. *ukshá-bhis* (verf. anz. f. dtsches alterth. 1880, VI, 120)[3]). Mit 70 aber setzt

---

lìkusiuju trùpuczu septýnis pìntinius Mc. 8, 8; *þōs aflifnandeins drauhsnōs, τὰ περισσεύσαντα κλάσματα, lìkusiûsius trùpuczus* Joh. 6, 12; *þatei aflifnōda, ἃ ἐπερίσσευσεν, kurė̃ lìko* Joh. 6, 13; *silbō ainata aflifniþ, αὐτὸς μόνος μένει, jìs vė̃ns pasilìks* Joh. 12, 24; *þatei aflifnoda im, τὸ περισσεῦσαν αὐτοῖς, jė̃ms lìkusiu trùpuczu* Luc. 9, 17; *þai aflifnandans, οἱ περιλειπόμενοι, użsilìkusė̃ji* I. Thess. 4, 17. *þai bilaibidans, οἱ περιλειπόμενοι, użsilìkusė̃ji* I. Thess. 4, 15. Hiermit tritt wohl die alte herleitung von got. *bileiban* usw. wieder in ihr recht. Auch Kluge (Pauls grundrifs d. germ. philol. I, 404) stellt got. *ainlif* wieder zu lit. *vė̃nů'lika*, freilich ohne sich über die etymologie auszusprechen.

[1]) Ähnlich bezeichnen die Crow-Indianer 8 und 9 durch subtraction von der selbst unausgesprochenen 10: *nóp-ape* 2 von (nämlich 10) = 8, *amát-ape* 1 von = 9 (Pott sprachverschiedenh. 64).

[2]) Überliefert ist *auhsunns.* Kögels änderung *auhsnuns* = skr. *ukshṇás* (PBr. 1880 VIII, 115) ist mir aus mehreren gründen weniger wahrscheinlich.

[3]) [Brugmann (MU. V, 47) meint, unsere erklärung von *tigum* müsse aufgegeben werden. 'Indog. *dek̑m̥* war indeclinabel, und so könnte *tigum* = *daçábhis* nur eine zufällige übereinstimmung gewesen sein, gleichwie gr. lesb. δέκων = ai. *daçānā̃m* u. dgl.' Im germanischen haben aber auch die ursprünglich indeclinabelen cardinalia für 5—9 flexion erhalten. Brugmann selbst läfst aus urgerm. **fimfi* = πέντε vor dem auslautsgesetze den dat. *fimfi-m* entstehen (s. 55). Hat die dem skr. *dáça* entsprechende form um

eine neue bildungsweise ein: *sibun-tēhund*, *ahtau-tēhund*, *niun-tēhund*. Der gen. *niuntēhundis jah niunē garaihtaizē* neunundneunzig gerechter Luc. 15, 7 erweist sie als neutrale substantivische *a*-stämme. Schleicher (comp. [4] 487) hat in ihnen vṛddhibildungen erkannt, welche aber schwerlich mittels suff. *-to-* von der zehnzahl sondern mittels *-o-* von dem zugehörigen abstractum skr. *daçát*, *δεκάς* = *taihun* abgeleitet sind und collective bedeutung haben. Dem verhältnisse von *tēhund* zu *taihun* würde skr. **dāçata-m* zu *daçát* entsprechen; vergl. *sā́pta-m*, *sāhāsrá-m* zu *saptá*, *sahásra-m* und das verhältnifs von got. *qēns* zu *qinō*, *swērs* zu lit. *svérti*, *wēgs* zu *ga-wiga*, ahd. *spāhi* zu *spëhōn* (lat. *suspīcio* aus **suspĕcio* — vgl. *dēlīnio* — zu *specio*), *bāra* zu *bëran* (lat. *fērālis* zu *fero*), *quāla* (abulg. *žalĭ* aus **gēlĭ*) zu *quëlan* (lit. *gélti* schmerzen), anord. *svæfa* zu *svefn* (= lat. *sōpīre* zu *somnus*); von Kluge (Pauls grundr. d. germ. philolog. I, 395) entnehme ich mhd. *swāger* zu *swëher*. Als beispiele collectiver vṛddhibildung mit anderem vocale aus dem germanischen mögen noch genannt sein mhd. *buost* baststrick, collect. zu *bast* und an. *ōdal*, ahd. *uodal* zu *adal*, ahd. *adal*. Wollten wir den sinn von got. *sibuntēhund* im nhd. wiedergeben, so hätten wir etwa nach analogie von siebengestirn und siebengebirge ein ‘siebengezehnt’ zu bilden.

Dafs die dekaden auf *-tēhund* trotz ihres neutralen singularischen ursprunges eventuell mit masculinem und pluralischem artikel gebraucht

---

die selbe zeit flexion erhalten, so lautete ihr dat. **tegun-mís* oder *tegum-mís*, woraus got. *tigum* werden mufste. Es scheint aber selbst nicht unmöglich, dafs die germanisch-indische flexion schon aus der letzten zeit der ursprache stamme und die indeclinabilität der zehnzahl in anderen sprachen durch die analogie der zahlen 5—9 wieder herbeigeführt sei. *dáça kakshyā̀bhis* RV. X, 101, 10 stünde dann auf einer stufe mit *çatáṁ ráthēbhis*, *sahásram ŕshibhis* und die indeclinabelen *δέκα*, *decem* mit *ἑκατόν*, *centum*, *quattuor* (vgl. pl. ntr. 297f.). Doch Br. fragt: ‘wie soll das wort *zehn* ohne jeden stammbildungszusatz zu der bedeutung des abstractsubstantivs ‘zehnheit’ gekommen sein’? Etwa so wie lit. *devynì* ‘neun’ zu der bedeutung ‘neunheit’ in *isz trijú devyniú stukéliu* (Schleicher leseb. 199, 26) ‘aus drei neunheiten von stückchen’ = ‘aus dreimal neun stückchen’. Br. will *tigum* = skr. *daçád-bhis* setzen, **tegundmis* sei zu *tigum* geworden. Analoga hat er nicht beigebracht, selbstverständlich ist seine annahme aber durchaus nicht, da keiner der auf dentalen ursprünglichen verschlufslaut ausgehenden stämme diesen im dat. pl. verloren hat, vergl. got. *bajōþ-um*, *mēnōþ-um*, *fōtum*, *tunþum* (zufällig unbelegt, aber nach an. *tonnum*, ags. *tōđum* sicher anzunehmen), ahd. *nahtum* K., *prustum* K. Wir bleiben also bei *tigum* = skr. *daçábhis*. Correcturnote.]

werden können, beruht eben auf ihrem collectiven sinne. *þai sibuntēhund* Luc. 10, 70, *anþarans sibuntēhund* Luc. 10, 1 verhalten sich zu *niuntēhundis jah niunē garaihtaizē* nicht anders als *þai fadrein* οἱ γονεῖς, *þans fadrein* τοὺς γονεῖς zu *all fadreinis* πᾶσα πατριά (s. plur. ntr. 14). Durch die wachsende indeclinabilität der einer ward die selbe form *tēhund* dann auch in den gen. geführt: *widuwō jērē ahtautēhund jah fidwōr* χήρα ἐτῶν ὀγδοήκοντα τεσσάρων Luc. 2, 37[1]). Da diese bildungsweise mittels *tēhund* nicht bei *niuntēhund* abschlofs, sondern auch neben dem älteren indog. *hund* ein *taihuntēhund* vorkommt, ist mit sicherheit anzunehmen und allgemein angenommen, dafs sie sich bis **twaliftēhund* fortsetzte, also die Goten wie alle übrigen Germanen das grofshundert = 120 neben dem kleinhundert = 100 als zahleinheit benannt haben (J. Grimm kl. schriften V, 216, gesch. 251).

---

[1]) Die erklärungen der formen auf *tēhund* von Holtzmann Germania I, 217 ff., Scherer GDS. [2] 589, Schade altd. wtb. [2] 1292 f. sind lautlich unhaltbar. Wheeler deutet *taihuntē-hund* als 'das decimalhundert', τῶν δεκάδων ἑκατόν (*taihuntē* g. pl. = δεκάδων, griech. nominalaccent 38); *sibuntēhund* usw., über welche er sich nicht ausspricht, schreibt er wohl falscher analogie zu. Zunächst aber bezweifle ich, dafs, wenn *taihuntē* der gen. pl. eines **taihunt* = δεκάδ- wäre, *taihuntē-hund* 'das decimalhundert' bedeuten konnte. Alle sonst bei *hund* stehenden genetive sind die der gezählten gegenstände. Nach *skattē fimf hunda* δηνάρια πεντακόσια Luc. 7, 41 u. dgl. könnte **taihuntē hund* nur hundert dekaden, d. i. tausend, bedeuten. Ferner stöfst die gleichsetzung von *taihuntē* und δεκάδων auch auf lautliche schwierigkeit. Skr. *daçát*, lit. *deszimt-* (im g. pl. *deszimtú*, Bezzenberger beitr. z. gesch. d. lit. spr. 179, Leskien-Brugmann 300. 309), abulg. *desęt-* enden übereinstimmend auf *t*. Da nun das griechische, soviel ich weifs, kein einziges fem. auf nom. -ας, gen. -ατος, dagegen sehr zahlreiche auf -άς, -άδος besitzt, kann wohl nicht zweifelhaft sein, dafs die flexion δεκάς, δεκάδος erst nach Ἑλλάς, Ἑλλάδος usw. umgestaltet und für die ursprache nur *-t* als stammauslaut anzusetzen ist, wie auch Brugmann (grundr. II, 368) annimmt. Dafür spricht noch der zusammenhang, welcher wahrscheinlich zwischen den suffixen von *daçá-t-* und *pañk-ti-*, *shash-ṭi-* usw. besteht. Im germanischen ist nun keinerlei störende analogie zu erkennen. Allerdings giebt es beispiele, in welchen urspr. *nt* vor der lautverschiebung zu *nd* und durch sie wieder zu *nt* geworden ist, für unseren fall ist solche annahme aber sehr unwahrscheinlich, da man erwarten mufs, dafs die zahlabstracta auf urspr. *-ti-s*, anord. *sjaund*, *niund*, *tíund*, das dem skr. *daçát* entsprechende abstractum, falls es im sonderleben des germanischen aufser dem nom. got. *taihun* noch andere casus bildete, in diesen bei der stange gehalten hätten. *taihuntē* entspricht dem δεκάδων zu gut, dem lit. *deszimtú* zu schlecht um ihnen wirklich gleich zu sein. **taihundē-hund* oder **taihunþē-hund* müfste es heifsen, wenn Wheeler recht haben wollte. [Eine eingehende recherche de la paternité dieser erklärung veranstaltet Brugmann MU. V, 144. — Correcturnote.]

Die bisher unerklärten von den gotischen stark abweichenden westgermanischen bezeichnungen der dekaden von 70—120 erhalten licht durch einen gedanken, welchen J. Grimm 1835 in den Wiener jahrbüchern der literatur bd. LXX, s. 44ff. (= kl. schriften V, 215f.), allerdings nicht sehr klar, ausgesprochen, bei seinen späteren behandlungen dieser dinge (gesch. 248f., Germania I, 18f.) aber nicht wieder erwähnt hat. Er ist dann bis heute unbeachtet geblieben. Mich hat Dr. Fritz Burg auf ihn aufmerksam gemacht. I. Cor. 15, 6 ist πεντακοσίοις ἀδελφοῖς durch *fimf hundam taihun tēwjam brōþrē* übersetzt. Die herausgeber seit Gabelentz-Löbe betrachten *fimf hundam* als erklärende in den text gedrungene randglosse zu *taihun tēwjam* oder umgekehrt, streichen also eins von beiden. *fimf hunda* allein = πεντακόσια steht Luc. 7, 41. J. Grimm dagegen hielt schon zweiundzwanzig jahre vor Holtzmanns aufsatze in der Germania II, 1857, 424f. alle vier worte zusammen für die übersetzung von 500, indem er sich auf ags. *hundtéontig* 100 berief. 'Wie hätten nun die Sachsen 500 ausgedrückt? Ich denke *fifhundteontig*, und hier hätten wir das goth. *fimfhundataihuntêvja* (nom.), im dat. *fimfhundamtaihuntêvjam.* Nach dem decimalsystem sagten die Gothen für C *hund*, für D *fimfhunda*, und auch die Angelsachsen durften, nach ihm, zählen C *hund*, D *fifhund.* Aber die duodecimalen formen? Dem goth. duodecimalen *sibuntêhund* LXX steht ein ags. *hundseofontig* zur seite, jenes suffigiert *hund*, dieses präfigiert *hund*, mit gleicher absicht. Ich habe bisher an das altn. *tegund* (species) gedacht, oder *têhund* für einerlei oder wenig verschieden gehalten von *taihund*, weil Luc. 8, 8 *taihuntaihundfalþs* zu bessern wäre. Unsere stelle gewährt ein goth. präfigiertes *hund*, und das verändert die ganze ansicht. Sobald *hund* vornen steht, erscheint hinten nicht *tê*, sondern *têvja.* Ist also *têhund* zusammengezogen aus *têvhund*? Wir kennen *têv* jetzt auch sonst. Das fem. *têvs* oder *têva*, dat. *têvái*, bedeutet τάγμα, ordo I Cor. 15, 23, *têvjan* ordinare II Cor. 8, 19. In *têv* liegt also nicht unmittelbar der begriff einer zahl, sondern nur der einer reihe, erst durch die beigabe von *hund* hebt sich die bedeutung der decas hervor. Die Angelsachsen präfigierten *hund* schon von LXX an, die Gothen wahrscheinlich erst von CC an (*tvahundataihuntêvja*?). Welcher weiteren erläuterungen auch diese zählungsweise noch bedürfe, so viel ist mir jetzt schon sicher, dafs auch die frühsten ahd. sprachdenkmäler

sie befolgen. Man drückte die decaden XX bis LX durch suffigiertes *zuc* (oder *zic*), von LXX an durch suffigiertes *zô* aus, zählte demnach XX *zuênzuc*, XXX *drîzuc*, XL *fiorzuc*, L *fimfzuc*, LX *sehszuc* (auch dafür wünsche ich eine belegende stelle, die Fragmenta theotisca waren nah daran, uns auskunft zu schaffen); LXX *sibunzô*, LXXX *ahtuzô*, XC *niunzô*, C *zehanzô* [Diut. I, 509[b]], diefs *zô* entspricht dem got. *têv* oder dem *tê* in *têhund*; warum aber die Alamannen und Baiern *hunt* wegliefsen, weifs ich nicht.'

Grimms frage, ob got. *tēhund* aus *tēwhund* entstanden sei, mufs allerdings verneint werden. Man könnte in seinem sinne zunächst ein selbständiges adj. *taihuntēw* mit nachfolgendem subst. *hund* ansetzen, was dem *fimf hundam taihuntēwjam*, abgesehen von der wortstellung, entsprechen und das zehnreihige hundert im gegensatze zum zwölfreihigen bezeichnen würde. Aber auslautendes *w* hinter *ē* schwindet nicht, wie der acc. *lēw* ἀφορμήν Röm. 7, 8. 11; II. Cor. 5, 12 beweist. So bliebe noch die annahme eines compositums. Dabei ist der in *taihuntēwjam* vorliegende adjectivische *i*- oder *ja*-stamm von vornherein ausgeschlossen, da er als erstes glied einer zusammensetzung nur *taihuntēwja*- lauten könnte, vgl. *hrainja-hairtans* Matth. 5, 8. Wir müfsten also auf das im dat. *tēwai* erscheinende substantivum zurückgreifen. War dies ein femininer *ō*-stamm, so mufste es den vocal als *a* behalten (vgl. *staua-stōls, airþa-kunds, mōta-staþs, hweila-hwairbs, friaþwa-milds*), war es ein *i*-stamm, dann mochte es etwa als *tēw*- erscheinen, vgl. *brūþ-faþs* : ahd. *brūti-gomo*, lat. *Frutis* (verf. voc. II, 288), *þut-haurn* : an *þytr*, mhd. *duz* (A. Kremer PBr. VIII, 411). Aber auch so kämen wir nur zu **taihuntēwhund*, da *w* zwischen *ē* und consonanten gleichfalls blieb. Es heifst zwar *stōjan, fullatōjis* mit verlust von *u* oder *w* vor *j* (KZ. XXVI, 1ff.), aber *skēwjands* Mc. 2, 23, *lēwjands, ga-, fra-lēwjands* oft. Zu *taihuntēhund* gelangen wir also in keinem falle. Aber für die erklärung der westgermanischen dekadenworte hat Grimm den weg gewiesen.

Ehe wir ihn beschreiten, wollen wir einen blick auf das altnordische werfen. Hier ist die kluft zwischen 60 und 70 ausgefüllt, es heifst *tuttogo, tuttugu* 20, *þrír teger (tigir)* 30 usw. bis *ellifo teger, ellifu tigir* 110. Ihr einstiges vorhandensein wird aber durch die adjectiva bezeugt, welche bedeuten 'so und so viele dekaden enthaltend', namentlich 'so und so viele

jahrzehnte alt'. Sie werden von 20 — 60 mit *tögr* gebildet: *tvítögr* — *sextögr*, von 80—120 mit *rœdr*: *áttrœdr* — *tólfrœdr*, für das an der grenze stehende 70 mit beiden: *sjautögr* und *sjaurœdr* (Wimmer § 105, Noreen § 375), hier beginnt also die ausgleichung. In üppigster blüthe steht das grofshundert. Vor einführung des christenthums hatte es das decimalhundert völlig verdrängt (s. Cleasby-Vigfusson dict. 292 unter *hundrað*). *hundrad* ohne beisatz ist 120, näher bestimmt *hundrad tólfrœtt*, im gegensatz zu *hundrad tírœtt* oder *tio teger* = 100 (Wimmer § 103, Noreen § 365). Man zählte auch summen, welche in die tausende giengen, nach grofshunderten, verstieg sich dabei aber, was sehr wichtig ist, nicht über sechszig hunderte *sex tigir hundrada* (60 × 120 = 7200; s. Cleasby-Vigfusson dict. 751 unter *þúsund*). Die veränderte bedeutung von *hundrad* verschob dann auch die von *þúsund*, so dafs dies in quellen, welche nicht unter kirchlichem oder gelehrtem einflusse stehen, zehn grofshunderte, d. i. 1200 bedeutet (aao.).

Wenn wir nun im gotischen eine und die selbe zahl an der einen stelle durch *fimf hunda* Luc. 7, 41, an der anderen durch *fimf hundam taihuntēwjam* I. Cor. 15, 6 übersetzt finden, so führt der hier erscheinende zusatz darauf, dafs die durch ihn ausgedrückte zehnreihigkeit beim hundert nicht selbstverständlich war, dafs *hund* ohne ihn zwar 100, aber auch etwas anderes, was in unserem ganzen zusammenhange nur 120 sein kann, bedeuten konnte, also, wo es auf genauigkeit ankam, entsprechend der nordischen unterscheidung des *hundrad tírœtt* und *hundrad tólfrœtt* unterschieden wurde zwischen einem zehnreihigen und einem zwölfreihigen hundert. Daraus ergiebt sich, dafs *taihuntewjam* als ein wort betrachtet werden mufs. Dann kann es nur ein zu *hundam* gehöriges adjectivum, und zwar in bestimmter, schwacher flexion sein. Dies haben schon Ernst Schulze und Massmann in ihren glossaren sowie Holtzmann (Germ. II, 1857, 425) erkannt. Zur rechtfertigung der schwachen form ohne artikel verweist Holtzmann auf das häufige *libains aiweinō* und andere (Grimm gr. IV, 573); mehr bei Gabelentz-Löbe gr. s. 171. Vielleicht ist auch nur *-jam* für *-jaim* verschrieben wie das dicht vorhergehende *fif* aus *fimf*. Den nom. sg. m. starker flexion setzen die genannten herren irrthümlich als *-tēwis* an. Da an einen *u*-stamm schwerlich zu denken ist, bleibt nur die wahl zwischen *-tēweis*, ntr. *-tēwi* (*ja*-st.) und *-tēws*,

ntr. *-tēw* (*i*-st.). Die entscheidung zwischen beiden giebt nicht das selbst zweideutige simplex dat. *tēwai*, da es sich mit beiden ansätzen verträgt, sondern ahd. *zehanzo*, welches, wie sich gleich zeigen wird, laut für laut einem got. *taihuntēw* entspricht. Gehört *tēwai* zu einem *i*-stamme, dann verhält es sich zu *taihuntēw* wie *siunai* (Luc. 1, 11. 3, 22, Joh. 7, 24) zu *anasiun* Skeir. II *d*, gehört es zu einem *ō*-stamme, dann entspricht das verhältnifs von ahd. *nāma*, ags. *nām* zu got. *andanēm* I. Tim. 2, 3. Diesem *hund taihuntēw* stand also höchst wahrscheinlich ein *hund *twaliftēw* gegenüber. Die wahrscheinlichkeit wird zur gewifsheit dadurch, dafs sich unter dieser voraussetzung und, soviel ich sehe, nur unter ihr die westgermanischen dekadenbenennungen von 70 aufwärts erklären.

Dafs auch im westgermanischen neben dem hundert ein grofshundert von 120 bestand, lehrt zunächst die glosse zur lex Salica II, 1 'unum tualepti, sunt den. CXX qui fac. sol. III. culp. iud.' und der abschnitt mit der überschrift 'incipiunt chunnas', welcher beginnt mit '[1] hoc est unum thoalasthi, sol(idos) III cul(pabilis) iudicetur'. Kern (in Hessels lex Salica, notes § 11) bemerkt zu ersterem: We must read *hunn-tualepti* (pron. *twalefti*), A. S. *hundtwelftig*; or (if *unum* be right) *tualepti*, which would stand to the A. S. word in the same relation as E. *seventy* to A. S. *hundseofontig*. Zur zweiten stelle sagt er: *unum* is a Latinization of *hunn*; the number meant is *hunn-toalaftih*, A. S. *hundtwelftig*. The corresponding O. Fris. term is *tolftig* without *hund* prefixed (§ 301). Brunner (sitzungsber. d. Berl. akad. 21. nov. 1889, s. 1042) und W. H. Stevenson (archaeological review IV, 314, dec. 1889) halten das *unum* für das lateinische zahlwort, wogegen widerspruch kaum möglich ist, da das *h* von *hund* in dem schon genannten *chunnas* und *chunna* II, 14 (Kern § 29) durch *ch* ausgedrückt ist. In der auffassung des zweiten wortes weichen die beiden gelehrten von einander ab, indem Brunner wie die vorgänger seit Grimm ein auslautendes *h* ergänzt und 'unum *toalaftih*' als 'ein grofshundert' deutet, während Stevenson in *tualepti* den vertreter des anord. *tylft*, *tylpt* δωδεκάς = urgerm. **twalifti-z* sucht, welcher wie die indischen abstractbildungen *shashṭi-s* usw. zur bezeichnung der entsprechenden anzahl von dekaden gebraucht sei (ebenso Kluge in Pauls grundrifs der germanischen philologie I, 405). Ich kann mich hierbei mehrerer bedenken nicht erwehren. Erstens haben anord. *tylft* und die ihm ent-

sprechenden bildungen (Noreen altisl. gr. § 376) nie die hier vorausgesetzte bedeutung '12 dekaden' usw. Zweitens kennt das ahd. diese abstractbildungen auf urspr. *-ti-s* nicht, sondern hat an ihrer stelle *zuuiror zuueliuuinga ruauua* bis duodenus numerus Murb. hymn. VII, 6, 2, *zehanunga* decuria Pa., decades Mcp., *fior fioringom dheganom* quater quaternionibus militum Ja. Drittens ist nicht wahrscheinlich, dafs das *i* hinter langer silbe, entgegen dem westgermanischen auslautsgesetze, hier noch bewahrt sei. Indem ich bei dem verwahrlosten zustande der glossen darauf verzichte, den etymologischen werth des *-ti* in *tualepti*, *thoalasthi* genau festzustellen, benutze ich diese hier nur, wie seit Grimm allgemein geschieht, als zeugnifs für das vorhandensein des grofshunderts bei den Franken.

Sehen wir uns nun ahd. *zehanzo* näher an. J. Grimm erklärte es i. j. 1835 (oben s. 29) als verkürzung von **zehanzōhund* = got. *taihuntēhund* und nahm später als zwischenstufe **zehanzōh* an (gesch. 248. 252). Mahlow läfst *taihuntēhund* durch **zehanzāu* hindurch zu *zehanzō* werden (die langen vocale s. 48). Beide halten den vocal von *-zo* für lang, obwohl er nirgends mit längenzeichen oder verdoppelt überliefert wird. Vielmehr ist *zehanzo* mit kurzem vocale die lautgesetzliche umgestaltung des eben ermittelten got. *taihuntēw*. Selbständiges *tēw* hätte ahd. **zāo* ergeben (vgl. mhd. *zāwe* geräth, rüstung), aber an zweiter unbetonter stelle einer zusammensetzung konnte es verkürzung erleiden. Man hat schon mehrere fälle beobachtet, in welchen ein urgerm. *ē* zweiter glieder von zusammensetzungen aufsergotisch zu *a* verkürzt ist, got. *mēl* zeit : an. *ga-mall* alt, ags. *ga-mol*, as. *gi-ga-malōd*; got. dat. *tēwai* : as. *fra-tahun* ornamentis (?), ags. *gea-tewe*, *gea-twe* rüstung (Kluge KZ. XXVI, 70. 75), das zugehörige adj. *gá-tawa-* hat sich als lehnwort in abulg. *gotovŭ*, lit. *gátavas* 'bereit' erhalten; got. *-mērs*, *Inguio-mērus* Tacit. : an. *Ingi-marr* (Noreen altisl. gr. § 120); got. *jēr* : an. *miss-eri*, *miss-ari*, ags. *miss-ere* halbjahr (Bremer PBr. XI, 30). So ward *taihuntēw* zu westgerm. **tehuntaw*, weiter *-tau* (vgl. got. *faursnau* : *faursniwan*). Auslautendes *au* ward in betonter silbe ahd. *ao*, *ō* (*strao*, *strō*), in unbetonter *o* (*ahto*). Also entspricht *zehanzo* laut für laut dem got. *taihuntēw*. Statt des got. *hund taihuntēw* hat sich also nur *taihuntēw* fest gesetzt, indem das selbstverständliche *hund* ausgelassen ward, wie bei germ. *ainlif*, *twa-*

lif das selbstverständliche *taihun*. Nach dem ʻunum *tualepti*ʼ der lex Salica ist als gegensatz ahd. **zwelifzo* zu vermuthen.

Nehmen wir nun an, dafs die dekaden von 70—120 einst wie im gotischen mittels *tēhund* gebildet wurden, dessen *ē* die selbe verkürzung erlitt wie das von *-tēw*, dann galten für 100 neben einander *zehanzo* = got. *hund taihuntēw* und **zehanzahunt* = got. *taihuntēhund*. Ebenso hatte 120 zwei benennungen **zwelifzo* und **zwelifzahunt*. Hiernach werden auch die übrigen vier, welchen von rechtswegen nur **zahunt* zukam, zunächst als nebenformen **einlifzo*, **niunzo*, *ahtozo*, *sibunzo* erhalten haben. Ähnliche ʻreihenassociationenʼ sind ja gerade bei zahlworten häufig zu beobachten (vgl. Baunack KZ. XXV, 229f.). Wir werden demnächst sehen, dafs auch germ. *ainlif* erst aus dem folgenden *twalif* erwachsen ist. Nachdem für alle dekaden von 70—120 je zwei bezeichnungen auf *-zo* und **-zahunt* möglich geworden waren, beschränkte man den unnöthigen luxus wieder und behielt für alle nur *-zo* bei. Dafs dies, nicht **-zahunt*, den sieg davon trug, hat es seiner gröfseren ähnlichkeit mit dem *-zug* der dekaden von 20—60 zu verdanken. Im 9. jh. wird endlich *-zo* durch dies *-zug* ganz verdrängt. Seit der zeit ist die kluft zwischen 60 und 70 wie im nordischen ausgefüllt.

Auch im angelsächsischen war *hund* zweideutig. Es konnte sowohl das decimale hundert als das grofshundert = 120 bezeichnen. In letzterer verwendung belegt es W. H. Stevenson (archaeological review IV, 318f.) aus urkunden des 10. jh., doch nur im plural: *fīf hund* fünf grofshunderte = 600; dagegen im sg. ist für 120 nur *hundtwelftig* nachweisbar[1]). Hiernach ist die annahme gestattet, dafs man in vorgeschichtlicher zeit wie im ahd. und got. unterschied zwischen *hund taihuntēw* und *hund *twaliftēw*. Verkürzten diese wie im ahd. ihre letzte silbe, was nach *geatewe* : got. *tēwai* und *missere* : got. *jēr* (s. o.) wahrscheinlich ist, so wurden sie zu *hund *tehonta*, *hund *twalifta* (**tehonta* : ahd. *zehanzo* = *eahta* : ahd. *ahto*; vgl. auch unten as. *ant-sibunta* 70). Nehmen wir weiter an, dafs neben ihnen auch die vertreter von got. *taihuntēhund* und **twaliftēhund* mit gleichfalls zu *a* verkürztem *ē* bestanden, dann lagen zu

[1]) Hat *cét*, welches im mittelirischen für 120 vorkommt (Thurneysen, Pauls grundr. I, 405), diese bedeutung vom ags. *hund* übernommen?

der zeit, als *h* zwischen vocalen noch nicht geschwunden war, für die beiden währungen des hunderts je zwei bezeichnungen neben einander: *hund* **tehonta* und **tehontahund*, *hund* **twalifta* und **twaliftahund*, d. h. man konnte hier *hund* dem **tehonta*, **twalifta* beliebig vor- oder nachsetzen. Diese freiheit übertrug man allmählich auch auf die übrigen vier dekaden bis 70 abwärts, gestattete sich neben **sefontahund* = got. *sibuntēhund* auch ein **hund sefonta* usw. Später wurde die doppelte reihe als luxus empfunden und wie im ahd. nur die auf *-ta* endende bewahrt: **hundsefonta* — **hundtwalifta* (ahd. *sibunzo* — **zwelifzo*). Diese gerieth dann unter die einwirkung der dekaden 20—60, und wie im ahd. *zehanzo* durch *zehanzug* verdrängt wird, so erwuchsen die historisch vorliegenden *hundseofontig* 70, *hundeahtatig* 80, *hundnigontig* 90, *hundtéontig* 100, *hundendleofantig* 110, *hundtwelftig* 120. Die kluft zwischen 60 und 70 bleibt aber noch bestehen, da *twentig*, *đritig*, *féowertig*, *fíftig*, *siextig* das *hund* der folgenden nicht übernahmen.

Jede der hier gemachten voraussetzungen stützt sich auf vorgänge anderer germanischer sprachen und scheint mir durch den erfolg gerechtfertigt zu werden, denn ich hoffe, dafs wir so eine erklärung des *hund* in *hundseofontig* usw. gewonnen haben, welche nicht wie alle bisherigen gegen thatsachen verstöfst. Man scheint jetzt ziemlich allgemein zu glauben, dafs *hund* in diesen ags. zahlworten von hause aus nicht 'hundert' sondern 'zehn' bedeutet habe. Diese annahme hat sich zuerst unter dem schutze der von J. Grimm (gesch. 249) nur erschlossenen, aber nicht als solche gekennzeichneten **hundseofode*, **hundeahtode*, **hundnigode* decas septima usw. eingeschlichen. Holtzmann theilte sie, obwohl er anerkennt, dafs solche formen nirgend überliefert sind (Germania I, 221), Scherer (GDS. [2] 588) nahm auch die formen für bare münze; beide suchten dies *hund* auch in got. *tēhund*, indem sie unhaltbare erklärungen des *tē* gaben. W. Schulze (KZ. XXVIII, 277 anm.) setzt das *hund* der ags. dekaden dem zweiten gliede von skr. *triṁ-çát* und das *ant-* in as. *ant-sibunta* 70 dem zweiten gliede von *τριά-κοντα* gleich. Aber diese indog. *-ϰ̥mt-*, *-ϰomt-* sind die gestalten, welche indog. *deϰómt* = skr. *daçát*, *δεκάς*, got. *taihun* (Mahlow die langen vocale 97), lit. *dészimt-*, abulg. *desęt-* in der zusammensetzung lautgesetzlich erhielt und nur in dieser annehmen konnte (s. plur. d. neutra 294f.). Von zusammensetzungen, wel-

che mit skr. *çat*, gr. *κοντ-*, lat. *gint-* beginnen, haben wir nirgends eine spur. So wenig sich skr. *-çat*, gr. *-κοντα*, lat. *-gintā* zu selbständigen bezeichnungen der dekaden ohne verschmelzung mit vorhergehenden einerzahlen entwickelt haben oder vor die einer getreten sind, ebenso wenig wird im germanischen zu einer zeit, als etwa noch entsprechende dekadenworte mit *-hund-* = skr. *-çat* im zweiten gliede bestanden, dies *hund* eine selbständigkeit gewonnen haben, welche es befähigte in ags. *hundtéontig* an den anfang der reihe zu treten. Dies ist um so unwahrscheinlicher, als alle germanischen sprachen das unverstümmelte dem skr. *daçát* entsprechende abstractum (got. *taihun*) zur cardinalzahl für 'zehn' gemacht haben, also bei neubildungen, welche decas septima usw. bedeuten sollten, gewifs eher zu ihm oder zu dem ebenfalls gemeingermanischen im gotischen noch ganz substantivisch flectierten *tigu-* als zu dem doch mindestens zweideutigen *hund* gegriffen hätten. Allerdings beruft sich Stevenson (archaeol. review IV, 316) darauf, dafs got. *hund* hundert = indog. *(d)κₑmtóm* ursprünglich nur dekade bedeutet habe. Das ist richtig, diese grundbedeutung war aber schon in der indog. ursprache, jahrtausende vor der bildung der ags. zahlworte ganz durch die von hundert (= dekade von dekaden) verdrängt[1]). Mithin darf man nicht mit St. in *hundseofontig* ein 'tautologisches' *hund* suchen. *hund* und *tig* sind im sonderleben des germanischen zu keiner zeit gleichbedeutend gewesen. Wenn, wie St. erwähnt, die Lauderdale-handschrift von Aelfreds Orosius das *hund* in 70—120 bisweilen ausläfst, so ist dies keine alterthümlichkeit sondern der beginn einer weiteren ausgleichung zwischen den höheren dekaden und 20—60, welche das *hund* der ersteren allmählich ganz beseitigte. Ich stimme also Schade (altd. wtb. ² 1292), welcher die deutung von *hund* als 'zehn' verwirft, hierin bei, vermag mich aber im übri-

[1]) Für skr. *shashṭí-* 60 hat sich die ursprüngliche bedeutung 'sechsheit' im RV. VII, 18, 14 (s. pl. ntr. 294 anm.) sowie in abulg. *šestĭ*, anord. *sétt*, für skr. *navatí-* die ursprüngliche bedeutung 'neunheit' in abaktr. *navaiti-*, abulg. *devętĭ*, anord. *níund* thatsächlich erhalten. Hätte nun indog. *κₑmtóm* unmittelbar vor der auflösung der ursprache noch 'zehnheit', nicht ausschliefslich 'zehnheit von zehnheiten' bedeutet, dann wären von ersterer bedeutung spuren in mehreren sprachen zu erwarten gerade wie bei *shashṭí-*, *navatí-*. Bis solche gefunden sind, hat man kein recht für germ. *hund* eine andere bedeutung als 'hundert' anzunehmen.

gen seiner auffassung, welcher die vocalverschiedenheit von got. *tē* (in *tēhund*) und der westgerm. präposition *tō* ein unübersteigliches hindernifs in den weg legt, nicht anzuschliefsen.

Das altsächsische geht unverkennbar von der selben grundlage aus wie das angelsächsische. Bis 60 herrscht das gemeingermanische *-tig* = got. *tigjus*, mit 70 beginnt eine neue bildung: *ant-sibunta* Mon., *at-sibunta* Cott. Hel. 146, *ant-ahtoda*. Ihr *ant-*, *at-* deuten J. Grimm (gesch. 252), Scherer (GDS. [2] 588) und Heyne (as. u. anfr. gr. 95) als entstellung von *hund*. Nimmt man dies an, dann erklärt sich das auslautende *a* des zweiten gliedes leicht. Wie dem got. *sunau* das as. *suno*, dem got. *ahtau*, ahd. *ahto* das as. *ahto* entspricht, so kann westgerm. **sebuntau*, ahd. *sibunzo* lautgesetzlich nur zu as. **sibunto*, nicht zu *sibunta* geworden sein. Setzen wir aber die ags. grundlage auch hier voraus, dann lagen einst neben einander **hund-sibunto* (ahd. *sibunzo*, in got. form *hund *sibuntēw*) und **sibun-tahund* (got. *sibuntēhund*). Wie im ags. ward jedes von beiden als umkehrung des anderen empfunden, daher der geringe zwischen ihnen bestehende unterschied ausgeglichen, das *a* des zweiten auf das erste übertragen. **hund-sibunta* verdrängte dann wie im ags. seinen gegenläufigen nebenbuhler und ward zu *ant-sibunta* umgedeutet. **ant-ahtota* ist noch weiter entstellt zu *ant-ahtoda* mit unverkennbarer anlehnung an die ordnungszahl *ahtodo* der achte, fem. ntr. *ahtoda*. 80 begegnet auch ohne *ant* und 90 nur ohne dasselbe. Dem *fior endi antahtoda* Hel. 513 Mon. stellt der Cottonianus *fiuuar endi ahtoda* gegenüber. Ebenso geht an allen übrigen stellen, wo das *ant* fehlt, *endi* vorauf: *ahte ende ahtedeg, endi ahtodoch* Essener heberolle z. 1. 18 Heyne, *sehs ende nichonte* K. Freckenhorster heberolle z. 226[1]). Da dem dialekte des letztgenannten denkmals die zusammensetzung mit *ant* nicht fremd ist, wie *ende antahtoda* z. 117 H. zeigt, andererseits später im niederfränkischen von Geldern-Kleve *tachtentig*, *tnegentich* (Braune PBr. I, 7 anm.), im mnd. *tachtentich, tachtintech* (Schiller-Lübben IV, 503), nnd. *tachentig* (Grimm gesch. 249, Schade altd. wtb. [2] 1292[b]) vorkommen, deren *t* der rest des *ant* ist,

---

1) *Sesse ende nichentein* M. beruht auf offenbarer verwechselung von 90 und 19; Heyne setzt willkürlich ein nirgend überliefertes *nigonda* in den text. Wegen des *e* von *nichonte* ist zu bemerken, dafs in Freck. auch *ahte* neben *ahto* vorkommt.

könnte man meinen, *ahtoda* und *nichonte* haben an den genannten stellen *ant* verloren nur wegen des ähnlich klingenden vor ihnen stehenden *endi*, für welches ja auch *ande, and* vorkommen. Dieser vorhergehenden partikel allein werden wir aber die vernichtung des *ant-* schwerlich zuschreiben dürfen, sondern nur die auswahl zwischen den je zwei schon vorhandenen formen *antahtoda* und *ahtoda* usw. Den ersten stofs wird das *ant* von den es entbehrenden 20—60, vielleicht unter mitwirkung des benachbarten fränkischen dialektes, erhalten haben. Indem man die auslassung des *ant-* frei stellte, that man den ersten schritt zur ausgleichung der beiden hälften der dekaden. Der schreiber der Essener heberolle hatte auch schon den zweiten gemacht, sein *ahtodoch, ahtedeg* hat auch die endung von *vierteg, tuēnteg, vīftech* übernommen, wie *sībuntig, fīf thūsundig* Hel. die von *tuēntig, thrītig* Hel. Die hier wirkenden kräfte werden auch schon das nach dem ags. vorauszusetzende *hund* im sprachgefühle so weit entwurzelt haben, dafs es zur präp. *ant-, at-* umgedeutet werden konnte.

Die benennungen der dekaden von 70 bis 120, in welchen nicht nur das gotische von den westgermanischen sprachen sondern auch diese von einander abweichen, ergeben hiernach als urgermanische grundlage: 1) bildung aller sechs mittels *-tēhund* 'dekade' im gegensatz zu 20—60, welchen *-tigjus* dient, 2) zweideutigkeit des *hund* als 100 und 120, daher 3) genauere bezeichnung desselben als *hund taihuntēw* zehnreihiges und *hund *twaliftēw* zwölfreihiges hundert. Das gotische hat diesen urgermanischen bestand ungetrübt bewahrt. Alle westgermanischen dekadenworte aber beruhen irgendwie auf ausgleichung zwischen den gleichbedeutenden *hund taihuntēw* und *taihuntēhund, hund *twaliftēw* und **twaliftēhund*, in welche später noch eine ausgleichung mit den urgermanisch durch *tigjus* gebildeten benennungen der 20—60 hineinspielt. Die verschiedene entwickelung des althochdeutschen und der beiden sächsischen dialekte beginnt, indem ersteres in *hund taihuntēw* das *hund* als selbstverständlich fallen liefs, während letztere es bewahrten. Alles übrige ist durch diesen ersten schritt bedingt[1]).

---

[1]) [Während diese blätter im satze sind, erhalte ich am 19. april noch eine erklärung der dekadenworte von Brugmann (MU. V, 13f.). 'Got. *taihuntē-hund* war 'δεκάδων δεκάς', *sibuntē-hund* 'ἑπτάδων δεκάς', dagegen as. *ant-sibunta*, ags. **hund-seofonta* waren 'δεκὰς ἑπτάδων', und im ahd. liefs man unter dem druck der voraufgehenden zehner

Also an drei stellen wird das indogermanische decimalsystem durchbrochen. 12, 60, 120 bildeten schon urgermanisch neue abschnitte. Das

---

den ausdruck für δεκάς ganz fallen, umgekehrt wie man anderwärts, z. b. bei idg. *k̑m̥tó-m* '100' und bei ai. *shashṭi-sh* '60' das wort für 'δεκάδων' unterdrückte. Die stämme got. *sibunt-*, *niunt-*, *taihunt-* waren aus vorgermanischer zeit übernommene collectiva. Dagegen haben wir bei der achtzahl neubildung; denn aus idg. urzeit war hier eine *-t-* (*-d-*) bildung nicht ererbt .... Bei unserer auffassung der zehner wird nun auch klar, warum diese bildung der zehner nur bei 70 bis 100 erscheint. Nur bei 7, 9, 10 hatte man solche mit *-t-* (*-d-*) gebildete collectiva (vgl. gr. ἑπτάς, ἐννεάς, δεκάς, ai. *daçát* usw.), denen einst formen mit *-ti-* zur seite standen (ai. *saptati-sh*, aisl. *sjaund*; ai. *navati-sh*, aisl. *nīund*, aksl. *devętĭ*; ai. *daçati-sh*, aisl. *tīund*, lit. *dẽszimtis*, aksl. *desętĭ*), während für 5 und 6 nur *ti*-formen bestanden hatten (vgl. ai. *paṅkti-sh*, aisl. *fimt*, aksl. *pętĭ*; ai. *shashṭi-sh*, aisl. *sētt*, aksl. *šestĭ*. Dadurch war eine formale isolierung jener *t*-stämme herbeigeführt gegenüber den vorausgehenden zahlen. Die zwischen 7 und 9 stehende zahl aber, deren idg. collectivbildung in dem ai. *açīti-sh* vorzuliegen scheint, mufste sich der weise der nächstumgebenden zahlen fügen' (vgl. auch MU. V, 141 f.). Ich mufs gestehen, dafs mir durch diese ausführung keineswegs klar geworden ist, warum diese bildung der zehner nur bei 70 bis 100 erscheint. Das griechische hat die bildungen auf *-αδ-* über fast alle zahlen bis hinunter zur ἑνάς und μονάς der philosophen erstreckt, wie Br. selbst in einer anmerkung bemerkt, das lateinische sein entsprechendes *-ens* in den multiplicativadverbien *quinquiens* usw. nicht viel weniger weit (s. pl. ntr. 295). Lassen wir also auch dahingestellt, ob skr. *pañcát*, πεμπάς, lat. *quinquiens* schon aus der ursprache stammen oder analogiebildungen der einzelsprachen sind, so werden wir doch dem germanischen die selbe freiheit zugestehen müssen wie dem lat. und griech. diese bildungen über ihren ursprünglichen bereich beliebig weit auszudehnen. Ja, wenn Br's erklärung von *sibuntēhund* — *taihuntēhund* richtig wäre, so hätte in diesen formen wohl ein mindestens ebenso grofser anreiz zur schaffung von **fimfuntē-hund* usw. gelegen als im griech. δεκάς usw. zur schaffung von πεμπάς, μονάς usw. Meint doch Br. selbst, dafs ἑπτάς, ἐννεάς und sein *sibuntē-*, *niuntē-* wohl erst nach δεκάς und seinem *taihuntē* neu gebildet seien (s. 16). Und wie steht es denn mit den von Br. als alt anerkannten abstracten auf *-ti-* für 5 und 6, anord. *fimt, sétt*? Ihr gen. hätte im historischen got. sicher **fimftē*, **saihstē* gelautet. Warum giebt es nun keine **fimftēhund*, **saihstēhund*. Man wird vielleicht antworten, im urgerm. habe der gen. nicht auf *-tē* sondern etwa auf *-tijē* geendet (vgl. ahd.). Erkennt man aber mit Br. in *ahtautēhund*, ahd. *ahtozo*, as. *ant-ahtoda* eine urgermanische bildung auf *-tēhund* ohne jede grundlage eines alten abstractums, d. h. ein fortwuchern des ausgangs *-tēhund* über seine nach Br. berechtigten grenzen an, dann wird man auch dem ende der reihe so viel kraft zutrauen müssen um durch wandlung von **fimftijēhund* in **fimftēhund* allgemeine gleichheit herzustellen. Also die kluft zwischen 60 und 70 würde Br's erklärung der zahlen von 70—100, wenn sie richtig wäre, nicht im mindesten erhellen. Ich vermag ihr aber überhaupt nicht zu folgen. Zunächst ist es nicht so gar leicht anzunehmen, ahd. *zehanzo* sei der gen. pl. δεκάδων im sinne von δεκάδων δεκάς. Was Br. als 'umgekehrt' analog nennt, erleichtert die sache nicht, skr. *çatám*, *shashṭi-s* sind ja keine genetive des plurals. 'Und

in ihnen zu tage tretende duodecimalsystem hat sich der ganzen volksanschauung tief eingeprägt. Indem ich es anderen überlasse diese spuren im einzelnen zu verfolgen, will ich hier nur daran erinnern, dafs die bufsen der germanischen rechte sich theils auf der grundzahl zwölf, theils auf der grundzahl zehn aufbauen (Wilda strafrecht der Germanen s. 363, vgl. auch s. 330; Brunner sitzungsber. d. Berliner akad. 21. nov. 1889, s. 1039 f.). Unter diesen drei abschnitten des zahlsystems nach 12, 60, 120 bedingt offenbar einer die beiden anderen. Welcher ist nun der älteste? **twaliftēhund* scheidet hierbei als einfache folge von *twalif* oder der kluft zwischen *saihstigjus* und *sibuntēhund* sogleich aus, so dafs nur 12 und 60 als mögliche ausgangspunkte übrig bleiben. J. Grimm (geschichte 248) will den abschnitt der 60 aus dem duodecimalsysteme ableiten: 'galt statt des hunderts ein grofses hundert von 120, so war dessen hälfte 60, und wie nach 12 begann nach 60 andere zahlweise'. Die analogie der 12 hilft hier aber nicht. Sie erklärt nur den abschnitt der 120. Da unter den einern 7—12 lautlich nicht enger zusammen gehören als 1—6, die sechs auch keinen natürlichen abschlufs bildet, wie in dem auf den zehn fingern beruhenden decimalsysteme die fünf als die finger einer hand, so folgt aus dem grofshundert nicht von selbst, dafs die dekaden seiner zweiten hälfte anders bezeichnet wurden als die seiner ersten.

---

die verschiedene stellung des *hund* sowie auch die endungen des gen. pl. zeigen, dafs diese zahlen [*sibuntēhund — niuntēhund*] im urgermanischen noch keineswegs feste composita, also auch nach ihrem wahren sinne noch keineswegs in dem mafse verdunkelt waren, wie man auf grund jener ihrer erklärung als analogieschöpfungen anzunehmen gezwungen wäre' (Br. s. 141). Um so unbegreiflicher wird die anwendung des nicht verdunkelten g. pl. ahd. *zehanzo* für alle casus. Man könnte etwa lat. *sestertium* als analogon anführen wollen. Allein hier endet der gen. pl. ja thatsächlich wie der nom. acc. sg. eines zugehörigen neutralen collectivs (*sestertium : sestertius = vallum : vallus*), was im ahd. nicht der fall ist. Aufserdem ist doch ein grofser unterschied, ob solche abbreviatur bei der rechnung einer münze eingeführt wird oder in der zählung aller überhaupt zählbaren gegenstände walten soll. Wollte man aber auch die möglichkeit einräumen, dafs *zehanzo* ein in Br's sinne deutbarer gen. pl. wäre, dann stünde man immer noch vor den hauptschwierigkeiten, 1) dafs die zweiten glieder von as. *ant-sibunta, ant-ahtoda* sicher keine gen. pl. sind (als solche hätten sie auf *-o* zu enden), 2) dafs ahd. *zehanzo*, got. *taihuntē-* nicht dem skr. *daçátām*, gr. *δεκάδων* entsprechen (s. oben s. 27 [1]; auf den widerspruch zwischen *taihuntē = δεκάδων* und dem angeblich zugehörigen **tegund-mis* = got. *tigum*, oben s. 25 [3], sei nur hingewiesen), 3) dafs skr. *çatám* usw., welche Br. dem *hund* in *taihuntē-hund* gleich setzt, in keiner sprache zehnheit bedeuten (s. oben s. 35). Correcturnote.]

Und warum trat 12 als abschnitt neben 10 auf? Grimm (Germania I, 20) sagt: 'Dafs wir *lif* auf 11 und 12 einschränken, hängt offenbar zusammen mit der ausdrucksweise analoger minderung in *einsminzweinzig* für 19, *zweiminzweinzig* für 18 oder auch dem lat. *undeviginti*, *duodeviginti*, wir sagen weder *drei minder zwanzig* für 17 noch *dreilif*, *dreilf* für 13, der Lateiner nicht *triadeviginti*, es war sinnlich eins oder zwei ab oder zu zu thun, drei davon oder darüber wäre unsinnlich gewesen'. Aber das litauische zählt ja mit seinem laut für laut gleichen *lika* bis 19. Allerdings wird sich hier die ursprünglichkeit auf seite des germanischen ergeben. Immerhin zeigt der thatbestand des litauischen, dafs eine durchführung dieser zählungsart bis 19 möglich war, während die bezeichnung der 11 als 20 minus 9 kaum annehmbar, jedesfalls nicht nachgewiesen ist. In wahrheit besteht auch zwischen *twalif* und *fidwōrtaihun* durchaus nicht der selbe unterschied wie etwa zwischen lat. *undeviginti* und *quattuordecim*. Erstere addieren beide, wenn auch in verschiedenem ausdrucke die einer zu der selben dekade, während *undeviginti* und *quattuordecim* an verschiedene dekaden anknüpfen. Dafs der sprachgebrauch subtractionen gröfserer zahlen nicht aufkommen liefs, liegt in der natur der sache. Aber dafs eine additionsweise nur bis 12 reicht, von da eine andere begrifflich nicht im mindesten, lautlich aber sehr stark verschiedene beginnt, kann nicht in ihr selbst beruhen.

Man könnte meinen, die 12 habe durch irgendwelche religiöse vorstellungen oder gesellschaftliche einrichtungen oder von auswärts übernommene mafse eine solche bedeutung gewonnen, dafs sich aus ihr ein neues zählsystem entwickeln konnte. Dann wäre aber schwer begreiflich, warum dies nicht bis 12×12 sondern nur bis 10×12 geführt und nicht hinter 6×12 sondern hinter 5×12 ein abschnitt gemacht ist. Eine zählung nach potenzen von 12 wäre gerade so gut denkbar wie die neuseeländische nach potenzen von 11: *katekau* 11, *karaou* $= 11 \times 11 = 121$, *kamano* $= 11 \times 11 \times 11 = 1331$ (Pott zählmethode 75f.).

Sehen wir uns nun die 60, unser schock, näher an. Sie zieht das auge schon dadurch auf sich, dafs im nordischen die zählung nach grofshunderten mit 60 grofshunderten abschliefst (s. o. s. 30). Auch im griechischen und keltischen zahlsysteme bildet sie eine kluft: bis ἑξήκοντα liegt die cardinalzahl zu grunde, von ἑβδομήκοντα an die ordinalzahl, wo-

für schon Pott (quin. u. viges. zählmethode 194) als 'höchst merkwürdige parallele' die genau entsprechenden keltischen verhältnisse anführt: air. *ses-ca* 60, aber *sechtmo-ga* 70, *ochtmo-ga* 80. Die griechischen zahlen von 70—90 haben ihren ausgang -κοντα offenbar erst ausgleichend von 30—60 übernommen. ἑβδομήκοντα bedeutet ja nicht 'die siebenten zehnen', sondern 'die siebente zehn', ist also erst an stelle eines älteren singularen substantivs *ἑβδομο-κάς = air. *sechtmo-ga*, gen. *sechtmo-gat*, gebildet wie εἰκάς, τριακάς, getreten (vgl. pl. ntr. 295 f.). Das selbe gilt von ὀγδοήκοντα und ἐνενήκοντα. Indem man zählte: zwanzig, dreifsig, vierzig, fünfzig, sechszig, die siebente zehn, die achte zehn, die neunte zehn, also mit der siebenten zehn ganz neu anhob, legte man auf die sechszig einen unverkennbaren absichtlichen nachdruck als auf den abschlufs einer reihe. Auch im lateinischen sind 70 und 80 wahrscheinlich einst aus den ordinalien gebildet wie 90, **septumaginta*, *octuaginta* (ὀγδοήκοντα, s. Wackernagel und Thurneysen KZ. XXV, 281. XXVI, 311). *sexaginta*, häufiger noch *sescenti*, sind runde zahlen, welche eine unbestimmte vielheit ausdrücken und sich dadurch als begriffliche abschnitte des zahlsystems verrathen. *sexagena teras cum limina mane senator* Martial XII, 26, 1, *sexaginta decreta* Cic. Verr. II, I, 47, wo andere mit Donat zu Ter. Phorm. IV, 3, 63 *sexcenta* lesen[1]). Das litauische und slawische haben eine ganz junge zählung der dekaden, lit. *szészies dészimt*, *septýnies dészimt* usw. überall mit jetzt unveränderlichem *dészimt*, abulg. *šestĭ desętŭ*, *sedmĭ desętŭ* usw. Da diese in gar keinem zusammenhange mit der alten indogermanischen dekadenbildung stehen, haben beide familien in unserer frage überhaupt keine stimme. Es ergiebt sich also, dafs aufser dem germanischen auch alle anderen europäischen sprachen, deren dekadenbildung noch an die der ursprache anknüpft, hinter 60 einen abschnitt machen, so dafs es wohl nicht mehr als zufall erscheinen kann, wenn die nordische zählung nach grofshunderten gerade bei 60 grofshunderten aufhört.

Auch die finnischen Syrjänen im norden von Europa-Asien machen hinter 60 einen abschnitt, worauf schon J. Grimm (gesch. 256)

---

[1]) Klingt diese bedeutsamkeit der *sexaginta* noch darin nach, dafs im französischen *soixante* und *soixante dix* nicht durch die alten vigesimalen *treis vinz*, *treis vinz et dis* (Diez rom. gr. II⁴, 443) verdrängt sind?

verwiesen hat: *das* 10, *kyzj* 20 (*kyk* 2), *komyn* 30 (*kujm* 3), *neljamyn* 40 (*njolj* 4), *vitymyn* 50 (*vit* 5), *kvajtymyn* 60 (*kvajt* 6), aber 70—90 sind durch zusammensetzung mit *das* 10 gebildet: *sizim-das* (*sizim* 7), *kökjamys-das* (*kökjamys* 8), *ökmys-das* (*ökmys* 9).

Unter den drei bisher für duodecimal gehaltenen abschnitten des urgermanischen hinter 12, 60, 120 scheint sich also der hinter 60 dadurch, dafs er in allen südeuropäischen sprachen wiederkehrt, sogar in allen europäischen sprachen bestanden haben kann, während die abschnitte hinter 12 und 120 aufserhalb des germanischen nicht vorkommen, als der älteste zu erweisen. Wie ist er entstanden?

Wenn ein decimalsystem in der zehnerreihe überhaupt einen abschnitt macht, so kann es aus sich heraus diesen nur entweder entsprechend den fünf fingern der hand, dem πεμπάζειν der Griechen hinter 50 setzen, wie es die arischen sprachen gethan haben, welche bis 50 composita mit *-çat*, von da an nichtzusammengesetzte abstracta der einer auf *-ti-* brauchen, oder es kann zwei dekaden, die summe der finger und zehen, als eine einheit fassen und zur vigesimalzählung schreiten wie Kelten und Dänen. Ein abschnitt an anderer stelle aber weist auf eingreifen eines anderen systems. Die völker übernehmen im handelsverkehre nicht nur benennungen der mafse, gewichte und münzen von den nachbarn, sondern öffnen auch die reihen ihres heimischen zahlsystems fremden eindringlingen. Finn. *sata*, estn. *sadda*, mordwin. *śada* 100, vielleicht auch das slawische *sŭto* sind aus einer iranischen sprache entlehnt (abaktr. *satem*, npers. *sad*), finn. *tuhat* 1000 aus dem germanischen oder slawischen, magy. *ezer* 1000 aus dem iranischen (npers. *hazār*), desgleichen syrjän. *das* 10 (abaktr. *dasa*); vergl. Grimm gesch. 256, Pott sprachverschiedenh. 20. Die Russen haben das alte slawische *četyre desęte* durch *sorokŭ*, die umgestaltung des ngr. σαράκοντα ersetzt, welches sich durch die vierzigtägige fastenzeit besonders einprägte. Sehen wir in diesen beispielen, welche sich noch vermehren liefsen, bei der berührung zweier völker, welche beide nach dem decimalsysteme zählen, benennungen runder, im verkehre besonders häufig gebrauchter zahlen von dem einen zum anderen übertragen, so werden wir erwarten dürfen, dafs wenn ein wenig gebildetes decimal zählendes volk mit einem bedeutend höher

entwickelten in verkehr tritt, welches nach ganz anderem systeme rechnet, das system der lehrer auf das der schüler abgefärbt haben wird.

Das älteste uns bekannte culturvolk Vorderasiens, dem die Europäer zum theil noch heute giltige mafse für zeit und raum verdanken, die sumerischen Babylonier, haben ein rechensystem ausgebildet, welches ganz auf der zahl 60 beruht, und dies in ihren mafsen durchgeführt. Eine übersichtliche darstellung desselben verdanken wir J. Brandis (das münz-, mafs- und gewichtswesen in Vorderasien 1866, s. 7f.), welche ich kurz wiederhole. Die Babylonier benannten und schrieben ihre zahlen wesentlich decimal. Sie besafsen besondere zeichen für 1, 10, 100, 1000, durch deren vervielfältigung die zwischenliegenden zahlen geschrieben wurden. 'Unsere rechnung mit dem indisch-arabischen zahlensystem kannten sie aber nicht. Dagegen haben sie ein anderes arithmetisches system ausgebildet, welches auf der grundzahl 60 beruht und wie das sogenannte dekadische system jedem zahlzeichen einen von seiner stellung abhängigen werth giebt. Hiernach waren ihre rechentabellen eingerichtet und sämmtliche mafse des raumes, der zeit und der materie eingetheilt. Wir kennen noch die namen der beiden ersten rangstufen dieser ordnung, in welcher die einheit jedes folgenden ranges das 60fache des vorhergehenden beträgt. Es ist der *sossos*, welcher 60 und der *saros*, welcher 60×60 oder 3600 einheiten in einem ausdruck zusammenfafst[1]). Während die stufenleiter des decimalsystems von 1 zu 10, von 10 zu 100, von 100 zu 1000 usw. fortschreitet und durch die den zahlen angewiesene position angedeutet wird, zu welchem range jede einzelne ziffer gehört, nimmt das sexagesimalsystem der Babylonier die zahl 60 als grundzahl an, bildet jeden folgenden rang durch die multiplication des vorhergehenden mit jener grundzahl, schreitet daher von 1 zu 60, von 60 zu 3600, von 3600 zu 216,000, von 216,000 zu 12,960,000 usw. in geometrischer progression fort und weist jeder zahl ihren rang durch ihre stel-

[1]) *σῶσσος*, *σάρος* schreibt der babylonische schriftsteller Berossos fragm. hist. gr. ed. C. Mueller II p. 499 (Brandis aao. s. 11 anm.), die keilinschriften geben sie in silbenzeichen als *šú-ši*, *šú-uš-šu*, *šú-uš-ši*, *šú-uš-šú-ú* und *ša-ar*, wonach man *šūs*, *šar* als die ursprünglich sumerischen formen annimmt (Lepsius die babylonisch-assyr. längenmafse nach der tafel von Senkereh, abh. d. Berliner akad. 1877, s. 108. 130 anm. 2; F. Delitzsch soss, ner, sar, ztschr. f. aegypt. spr. u. altert. 1878, s. 65).

lung an'. Ein und das selbe zeichen drückt z. b. 1, 60 und 3600 aus. Nur aus der stellung der ziffern läſst sich erkennen, was *saros*, *sossos* oder einer ist. Ihr rang wird einfach durch das nebeneinanderstellen der zahlreihen so bezeichnet, daſs die ziffern der höheren ordnung links von denen der vorhergehenden stehen. Näheres noch bei Lepsius (aao. 106f. 140f.). 'Die selbe methode läſst sich auch ebenso gut von der eins abwärts verfolgen, wenn man die selbe geometrische progression absteigend bildet und sie nach den potenzen von $\frac{1}{60}$ fortschreiten läſst. Es wird nur darauf ankommen die einheit, von der ausgegangen wird, zu markieren und im übrigen die stufen ebenso auf einander folgen zu lassen wie bei der aufsteigenden reihe.' Dies ist in der tafel von Senkereh wirklich geschehen (Lepsius aao. 113). Lepsius bemerkt jedoch, daſs die anwendung dieses stellensystems nicht in den allgemeinen gebrauch sondern nur in den der rechnenden mathematiker gekommen ist (aao. 141). Die ältesten denkmäler, welche es überliefern, die tafeln von Senkereh, setzt Sayce zwischen die jahre 2300 und 1600 v. Chr. (bei Moritz Cantor vorlesungen über geschichte der mathematik 1880, s. 76; vergleiche jedoch E. Schrader bei Lepsius aao. s. 139f.). Von den Babyloniern übernahmen die griechischen astronomen diese rechnungsmethode, wie zuerst Lepsius vermuthet hat. Durch kreuzung des decimalsystems mit dem sexagesimalen entstand der *νῆρος* = 10 *σῶσσοι* = 600 (Brandis s. 11, Lepsius aao. 142), sumer. *ni-i-ir*, assyr. *ni-i-ru* geschrieben (Delitzsch aao. 65). Zur grundzahl dieser rechnung war man, wie M. Cantor (vorl. über gesch. der mathem. 83f. 90f.) sehr wahrscheinlich macht, durch die astronomie geführt. Man theilte den kreis entsprechend den 360 tagen des jahres in 360 grade, deren jeder den vermeintlichen sonnenweg eines tages umfaſste. Der sachgemäſse abschnitt zwischen 1 und 360 war hier 60, da der halbmesser genau sechsmal als sehne an der peripherie herumgetragen werden kann, also dann je einen bogen von 60 graden bespannt. Dies sexagesimalsystem ist bei der vorsemitischen bevölkerung Babyloniens, den Sumeriern entstanden und von den rein decimal zählenden später in Babylonien einwandernden Semiten übernommen (s. Delitzsch aao. 66f.).

Nach ihm theilten die Babylonier raum und zeit. Sie zerlegten den astronomischen grad in 60 minuten, die minute in 60 secunden, die

secunde in 60 terzen, die terze in 60 quarten (Brandis s. 18). Der bürgerlichen eintheilung des tages und der nacht in je 6 doppelstunden stellten sie die astronomische in 60 tagesminuten zu 60 secunden zu 60 terzen usw. zur seite und gaben der stunde 60 minuten zu 60 secunden zu 60 terzen (s. 19). Durch Hipparch um 150 v. Chr. ist das babylonische system der sphärenmessung und das sexagesimalsystem zu den Griechen gekommen.[1] Erst Ptolemaeus um 150 n. Chr. ist es gelungen diese lehre zur allgemeinen anerkennung zu bringen (s. 20; Cantor vorl. üb. gesch. d. math. 351). Der 360ste theil der sphäre ward als mafs der elle betrachtet[2], deren 60 ein plethron, 360 ein stadion bildeten; 30 stadien waren ein parasanges (Brandis s. 23f.). Auf dem selben systeme bauen sich gewicht und münzfufs auf, das talent ward in 60 minen, die mine in 60 shekel, der shekel in 30 theile zerlegt (s. 26). Auch die hohlmafse beruhen auf dem selben systeme (s. 31ff.). Dies sexagesimalsystem hatte in seiner anwendung auf metrische normen vor dem decimalen 'den sehr entschiedenen vortheil voraus, dafs seine grundzahl 11 factoren, nämlich 1. 2. 3. 4. 5. 6. 10. 12. 15. 20. 30, enthält, während in zehn nur drei, in hundert nur acht zahlen aufgehen' (s. 10). So ist es denn früh von anderen decimal zählenden völkern angenommen. Wie sich die babylonischen mafse bei den Semiten und Griechen eingebürgert und umgestaltet haben, ist von Brandis eingehend nachgewiesen. Kürzlich sind seine untersuchungen von C. F. Lehmann weiter geführt (ztschr. f. ethnol. 1889, XXI, 254ff. 630ff., verhandlungen der physikal. gesellschaft zu Berlin 1889, VIII, 81f.), welcher einige spuren der babylonischen mafse bis in die letzte zeit vor einführung des metrischen systems nachweist.

Aber nicht allein in den mafsen wandert das sexagesimalsystem oder, vielleicht besser gesagt, es bleibt auf der wanderung nicht an die

---

[1]) Die eintheilung des kreises in 360 grade hat schon Hypsikles etwa 180 v. Chr. (Cantor vorl. üb. gesch. d. math. 311).

[2]) C. F. Lehmann (ztschr. f. ethnol. XXI, 322f. = verhandlungen der physikalischen gesellschaft zu Berlin VIII, 1889, s. 89f.) will die elle aus der länge des secundenpendels ableiten. Letztere beträgt für die gegend der ältesten südbabylonischen trümmerstätten etwa 992,35^{mm}, bleibt also hinter der babylonischen doppelelle von 994,5—996^{mm} nur wenig zurück.

mafse gebunden, auf ihm beruhende rundzahlen setzen sich bei decimal zählenden unmittelbaren oder mittelbaren nachbarvölkern fest. Bei den Griechen galt schon früh 360 als runde zahl; man leitet sie aus dem 360-tägigen jahre ab (s. Lobeck Aglaoph. I, 172, Meineke fr. com. I p. 310, Rud. Hirzel über rundzahlen, ber. der sächs. ges., phil.-hist. cl. 1885 s. 2 anm., s. 37). Das älteste beispiel sind die 360 schweine des Eumaeus Od. ξ 20. Auch zu den Persern hat sich dies system verbreitet. Moritz Cantor (mathematische beiträge zum kulturleben der völker 1863, s. 271. 361) theilt drei beispiele persischer rundzahlen mit, welche auf diesem systeme beruhen. Als Darius gegen die Skythen zieht, läfst er zur bewachung der schiffbrücke über den Istros ionische mannschaften zurück und befiehlt ihnen 60 tage auf ihn zu warten, sei er dann noch nicht zurückgekehrt, so mögen sie heim fahren, Hdt. IV, 98. Xerxes züchtigt den Hellespont mit 300 peitschenhieben für die zerstörung der schiffbrücke, Hdt. VII, 35. Kyros droht dem flusse Gyndes, welcher ihm eins seiner heiligen rosse fortgerissen und ertränkt hatte, er werde ihn zur strafe dafür so schwach machen, dafs auch weiber ihn bequem ohne sich das knie zu benetzen durchschreiten könnten, und läfst ihn in 360 gräben vertheilen, Hdt. I, 189. 202.

Auch die chinesische zeitrechnung nach 60-jährigen cyklen, welche der kaiser Huâng tì 2637 v. Chr. eingeführt haben soll, ist wohl babylonisches ursprungs (Cantor vorl. 571. 578).

Hiernach werden wir kaum noch im zweifel sein, woher die bedeutsamkeit der 60 in den europäischen sprachen und dem syrjänischen stammt. Sie ist durch den babylonischen σῶσσος hervorgerufen, und in der verwendung von *sescenti* als rundzahl steckt der νῆρος = 10 σῶσσοι = 600. Ich halte sogar einen lautlichen zusammenhang zwischen unserem *schock* und dem sumerischen *šūš*, *šūššu* nicht für unmöglich. Die mhd. wörterbücher ordnen dessen bedeutungen so: 1) haufe, büschel, schopf, 2) anzahl von 60 stücken. Vielleicht ist diese ordnung umzukehren, wenigstens ist die zweite bedeutung früher belegt als die erste; sie findet sich schon in der Freckenhorster heberolle aus der zweiten hälfte des 9. jh.: *tein scok garvano.* Wie bei den Römern *sexaginta* und *sescenti* zu unbestimmt grofsen zahlen geworden sind, so kann sich die bedeutung 'haufe' aus der von 60 entwickelt haben, brauchen wir ja heute

noch 'schock' als unbestimmt grofse zahl. Das wort hat im germanischen keine seitenverwandten, denn mhd. *schoche* aufgeschichteter haufe heues u. dgl., *schocken* korn in haufen setzen sind selbst wohl erst von *scok* sexaginta abgeleitet, wie poln. *kopa* schock auch einen heuhaufen von 60 bündeln bezeichnet (s. Linde słownik). Als möglichkeit mufs man auch vor augen haben, dafs in *scok* ein echt germanisches wort, welches 'haufen', 'schopf' bedeutete, und etwa mit lit. *pa-si-sziáusz-ti* sich sträuben, zu berge stehen (von den haren oder vom stroh im winde gebraucht) verwandt war, mit dem sumerischen zahlworte verschmolzen sei. Die beiden gutturalen können aus spiranten entstanden sein, wenn ich recht habe solche für die ursprache anzunehmen (KZ. XXV, 134f.); dann lautete das wort einst **sχuγom* (χ bezeichnet die stumme, γ die tönende gutturale spirans); vgl. *bock* = abaktr. *būza-*. Dieser form könnte sich das fremde *šūš*, *šūššu* angeschlossen haben, wie das magyar. *ezer* 1000 (aus pers. *hazār*) ins kroatische und slovenische dringend sich der form des gemeinslaw. *jezero* 'see' angeschlossen hat. Fehlte heute zufällig das magyarische wort, so würde man gewifs meinen, tausend sei von den Kroaten als see aufgefafst worden, wie man bei uns meint, schock sei zuerst der ungezählte haufe gewesen.

Das sexagesimalsystem tritt in der babylonischen ziffernschrift von vornherein mit dem decimalsysteme gemischt auf, 10, 100, 1000 hatten je ein zeichen für sich. Ob diese erst aus dem semitischen rein decimalen systeme aufgenommen sind, oder ob die zahlen von 1—60 auch im sumerischen von jeher decimal gegliedert waren, wird sich vielleicht entscheiden lassen, wenn der lautwerth aller hierfür in betracht kommenden sumerischen zahlen bekannt sein wird[1]). Jedesfalls waren kreuzungen beider systeme unvermeidlich, sind auch schon im sumerischen vollzogen, wie der νῆρος, *nīr* = 10 σῶσσοι, *šūš* zeigt, und mufsten um so häufiger werden, je weiter sich das sexagesimalsystem über rein decimal zählende völker verbreitete. Die ursprünglich in 60 shekel getheilte mine wird bei Persern, Juden und Griechen (Brandis aao. 43. 53f.), nach C. F. Leh-

[1]) Die zahlworte, welche nicht nur in zifferschrift vorkommen, sind zusammengestellt von E. Schrader abh. d. Berlin. akad. 1883, s. 37ff. und C. F. Lehmann ztschr. für assyriologie I, 1886, s. 222ff. Zur beantwortung unserer frage reichen sie leider nicht aus.

mann (zeitschr. für ethnol. XXI, 249 f.) auch bei den Babyloniern in 50 theile zerlegt. Auch die assyrischen gewichtsstücke von 5 minen, 2 minen (= 100 statere), $\frac{1}{5}$ mine (= 10 statere, Brandis s. 48 f.) zeigen kreuzung beider systeme. Durch solche kreuzung werden auch 12 und 6 zu bedeutsamen mafsgröfsen. Zwischen einer mine und dem eben erwähnten gewichtsstücke von $\frac{1}{5}$ mine besteht das selbe verhältnifs wie zwischen 60 und 12. Berührte sich ein decimales mafs mit einem sexagesimalen, dann wurden die fünftel des ersteren zu je 12 sechszigsteln des letzteren. So sehen wir auf der tafel von Senkereh die reduction eines decimal getheilten, wie Lepsius annimmt, assyrischen mafses auf babylonisches in den stufen 1, $1\frac{12}{60}$, $1\frac{24}{60}$, $1\frac{36}{60}$, $1\frac{48}{60}$, 2 vorschreiten und das mafs von 12 assyrischen ellen durch einen besonderen ausdruck bezeichnet (Lepsius aao. 113. 116). Zwölf war auch die zahl der monate. Zur sechs führten verschiedene wege. Ist die grundzahl 60 des systems als der theil des kreises von 360 graden gewonnen, welchen der radius als sehne bespannte (s. o. s. 44), dann fiel die sechs sofort als nebenproduct ab, denn der radius ist als sehne im kreise genau sechsmal herumzutragen. Später ergab die decimale theilung von σῶσσος und νῆρος wiederum sechs. So spielen denn 6 und seine vielfachen eine rolle in der metrologie. Die elle *u* ist in 24 *ubanu* oder *šusi* getheilt, nach Lepsius bilden 6 ellen, nach Oppert 7 ein *qanu* oder *gi* 'canne', 6 *qanu* ein *gi u* 'canne aune' (Oppert revue d'assyriologie I, 135 ff.). Ein hohlmafs *qa* = 10 *šaḫia* führt in abstufungen von je 6 zu 6 verschiedene bezeichnungen, von 6, 12, 18 usw. bis 174 (Oppert aao. 124 f.). Tag und nacht wurden in je 6 doppelstunden getheilt. Also auch für die bedeutsamkeit der 12 im germanischen böte das babylonische genügenden anhalt.

Diese braucht jedoch nicht fix und fertig aus dem babylonischen übernommen zu sein. Sie kann sich auch nach entlehnung der sexagesimalrechnung durch kreuzung mit der decimalen auf germanischem boden entwickelt haben. In den arischen sprachen bildet die 50 einen ähnlichen abschnitt wie die 60 in den germanischen (s. 42). Sie wird es auch im germanischen einst gethan haben, wenn nicht lautlich, so jedesfalls begrifflich. Drang nun von aufsen eine zählung nach 60 ein, so setzte sich diese zahl an stelle der nächsten bisher bedeutsamen, d. h. der 50. Hatte man diese bisher an den fünf fingern hergezählt, wobei

auf jeden 10 fielen, so mufsten, wenn man die neue zahl gleich behandelte, auf jeden 12 fallen und die finger beider hände, welche früher 100 ergaben, jetzt das grofshundert von 120 schaffen. Wäre 12 wirklich die ursprüngliche grundlage der neuen germanischen zählung, nicht selbst schon ein abgeleitetes, dann würde als grofshundert nicht $10 \times 12 = 120$ sondern $12 \times 12 = 144$ erwachsen und die höchste in grofshunderten gezählte summe wohl 12 grofshunderte gewesen sein. Thatsächlich aber reicht diese zählung bis zu 60 grofshunderten, wodurch sich deutlich 60 als der punkt ergiebt, an welchem die eigenthümlich germanische zählungsweise sich von der indogermanischen abzweigt. Messen wir den neuen grenzpunkt für die zehner (120) und den für die grofshunderte (60×120) am babylonischen systeme, so ergiebt sich ein überraschender zusammenhang, denn ersterer ist ein doppel-*šūš*, letzterer genau ein doppel-*šar* (2×3600). D. h. das germanische zeigt nicht nur wie die südeuropäischen sprachen die grundzahl des sexagesimalsystems sondern auch deren zweite potenz. Wie es aber unter einwirkung des decimalsystems neben der ersten potenz deren verdoppelung (120) zu einer besonderen einheit erhob, so führte es auch die zweite potenz bis zu ihrer verdoppelung durch.

Darauf, dafs zwölf seine bedeutsamkeit erst als theil der 60 erlangt hat, führt auch seine lautliche bezeichnung als *twa-lif* und die beschränkung des *lif* auf 11 und 12. Durch fünftheilung des *šūš*, des schocks, entstand eine mit 10 in concurrenz tretende neue rechnungsgröfse, gleichsam eine schwerere währung der zehn, welche in beziehung auf die schon bestehende leichtere als diese um zwei überschiefsend bezeichnet wurde. *twa-lif* 'mit zwei agio' war also zur zeit seiner entstehung gar kein zahlwort sondern der ausdruck einer rechnungsgröfse wie ahd. *zehanzo* und unser *schock*, *mandel*, *stiege*. Erst später verdrängte es das dem gr. *δώδεκα*, lat. *duodecim* entsprechend gebildete zahlwort. Indem es in reihe und glied mit *fidwōr-taihun*, *fimf-taihun* usw. trat, schnitt es die zusammensetzung oder zusammenrückung aus *ain* und *taihun* von ihresgleichen ab, überwältigte das durch vereinzelung schutzlos gewordene wort und setzte das ihm selbst nachgebildete, nur in diesem zusammenhange verständliche *ainlif* an dessen stelle. Wäre zuerst *ainlif* geschaffen worden, dann *twalif*, so begreift man nicht, weshalb diese reihe

nicht bis 19 fortgeführt ist. Das rückschreiten des *-lif* ist einigermafsen analog dem rückschreiten des ahd. *-zo* von **zwelifzo*, *zehanzo* bis *sibunzo* (oben s. 33). Folgerecht haben wir nun auch anzunehmen, dafs das litauische, welches von 11—19 gleichmäfsig mit *-lika* zählt, bei *dvýlika* begonnen hat und nur einen schritt weiter gegangen ist als das germanische, indem es *-lika* nicht nur nach rückwärts sondern auch nach vorwärts fortsetzte. Vielleicht zeugt das fehlen des *lika* im lettischen, welches von *wîn-pa-dsmit* 11 bis *dewíń-pa-dsmit* 19 nach slawischer art zählt, dafür, dafs im urbaltischen *-lika* noch nicht die ganze reihe einnahm. Jedesfalls ist die durchführung des *-lika* bis 19 unursprünglicher als die beschränkung des *-lif* auf 11 und 12 im germanischen. Eine spätere ausdehnung bis zum nächsten decimalen abschnitte begreift sich leicht, ein späteres zurückdrängen bis auf zwölf aufserordentlich schwer.

Lassen wir also die frage unentschieden, ob sich die bedeutsamkeit der 12 im sonderleben des germanischen ohne anstofs von aufsen aus der bedeutsamkeit der 60 entwickelt hat oder schon von Babylon entlehnt ist, so dürfen wir wenigstens den abschnitt, welchen die germanischen und südeuropäischen sprachen hinter 60 zeigen, auf babylonischen einflufs zurückführen.

Wo und wann hat nun dieser eingegriffen?

Da die Griechen in ihren historischen sitzen babylonisches mafs, gewicht und rechensystem empfangen haben, könnte man den abschnitt, welchen ἑξήκοντα innerhalb ihrer dekaden bildet, erst ebenda entstanden glauben, wenn schon in früherer zeit.

Dieser möglichkeit steht aber die oben erwähnte sehr wahrscheinliche annahme entgegen, dafs auch die Römer einst ihre dekaden von 70 an aus den ordinalien gebildet haben, diese bildung also Griechen, Italern und Kelten gemeinsam war. Jedesfalls ist ausgeschlossen, dafs die Germanen, bei denen die 60 so tief eingegriffen hat wie nirgendwo sonst auf indogermanischem gebiete, den anstofs hierzu erst in ihren historischen sitzen westlich der Weichsel, wo sie zuerst in das licht der geschichte treten, durch vermittelung der Südeuropäer erhalten haben. Sie müssen einst erheblich weiter nach osten und süden gesessen haben um in den babylonischen wirkungskreis fallen zu können. Mögen noch so viele langschädel in Schweden und Deutschland gefunden werden, mag die cultur-

der Schweizer pfahlbauten noch so ähnlich der indogermanischen sein, die urheimath der Germanen oder gar der Indogermanen können sie für diese gegenden nicht bezeugen.

Auch in Indien zeigt schon die vedische zeit spuren babylonischer einwirkung. Aus Babylon stammen *manā́* RV. VIII, 78, 2 als bezeichnung eines bestimmten werthes in gold wie griech. *μνᾶ*, lat. *mina*, assyr. מנה (Zimmer altind. leben 50f.), ferner die *nakshatra* genannten mondstationen (A. Weber ind. literaturgesch. [2] 265, Zimmer aao. 354f.), die eintheilung von tag und nacht in zusammen 30 *muhūrta* zu je 2 *nāḍikā* (A. Weber Jyōtisham, abh. d. Berl. akad. 1862, s. 105), auf welche bereits RV. I, 123, 8 angespielt wird (Zimmer 363), das 360-tägige jahr RV. I, 164, 48 (aao. 368). Auch findet sich 60 als rundzahl gebraucht. Doch genügte der indischen von jeher ins mafslose schweifenden phantasie die einfache 60 dazu nicht, erst vervielfacht, womöglich vertausendfacht machte sie ihr eindruck. Dreimal sechszig Marut folgen dem Indra VIII, 85, 8. Häufiger kommt 60,000 in diesem sinne vor. Indra erschlägt 100,000 mann VI, 26, 5, im folgenden verse 60,000 mann. Der sänger Kakshī́vant will vom Svanáya als belohnung für seine lieder erhalten haben 100 *nishká*, 100 rosse, 100 rinder, dann 10 gespanne mit wagen, 60,000 rinder I, 126, 2. 3. Auch ein anderer sänger will 60,000 rinder empfangen haben VIII, 5, 20, ein dritter namens Vaça Açvya vom Pṛthuçravas Kānīta unter anderem 60,000 rosse VIII, 46, 22. 29. Soma wird gebeten 60,000 schätze (*vásūni*) wie von einem reifen fruchtbaume herabzuschütteln IX, 97, 53. Aus späterer zeit liefsen sich noch weitere beispiele beibringen. Es sei nur an die 60,000 söhne des Sagara erinnert. Auch die 6666 'entschlafenen' Anu und Druhyu RV. VII, 18, 14 sind hier wohl zu erwähnen (plur. ntr. 294 anm.). Aber das alte indogermanische zahlsystem ist in keiner weise vom sexagesimalen gestört, der abschnitt der dekaden blieb rein decimal zwischen *pañcā-çát* und *šašṭi-s*. Sind doch die Inder, allerdings sehr viel später, schöpfer der auf 10 zahlen beruhenden positionsarithmetik geworden, welche das babylonische rechensystem zu verdrängen berufen war (Moritz Cantor mathemat. beitr. z. kulturleben der völker 1863, s. 52f.; vorl. üb. gesch. d. mathem. 1880, 511f., A. Weber ind. literaturgesch. [2] 274). Auch das altbaktrische hat

den rein decimalen abschnitt zwischen *pañcā-satem* und *khshvash-ti-* bewahrt wie das indische.

Hieraus folgt, dafs die Europäer, welche einer viel tiefer greifenden einwirkung des sexagesimalsystems ausgesetzt waren, diese in einer gegend erlitten haben müssen, welche dem babylonischen culturbereiche erheblich näher lag als das Indusgebiet und das östliche Iran. Wo diese gegend zu suchen sei, wissen wir nicht. Die einwirkung braucht keine unmittelbare gewesen zu sein, da der handel die sexagesimalrechnung auch durch zwischenliegende länder anderer zunge hindurch getragen haben kann. Jedesfalls aber ist der schauplatz derselben so lange in Asien zu vermuthen, bis unwiderlegliche und zwingende beweise für Europa beigebracht sein werden.

Schwer ist die stellung der Litauer und Slawen in unserer frage zu bestimmen. Ihre zählung der zehner, welche nirgendwo einen abschnitt erkennen läfst, ist offenbar ganz jung (s. oben s. 41). Indefs deuten die übereinstimmung des lit. *-lika* mit dem germanischen *-lif* (oben s. 24) und das vorhandensein eines eigenen wortes *kopa* für schock im russ. klruss. poln. osorb. nsorb., *küpa* im polab. (s. oben s. 22 anm.) darauf, dafs auch diese völker sexagesimale störungen erlitten haben. Ob und wie diese sich in den alten zahlsystemen ausdrückten, wird nie zu ermitteln sein; in den überlieferten sind sie jedesfalls völlig verwunden.

Unbeantwortet bleibt auch die frage, ob alle Europäer gemeinsam diese einwirkung erlitten haben oder ob mehrere zeitlich und örtlich verschiedene stöfse erfolgt sind. Im wechsel zwischen cardinalzahl und ordinalzahl, zwischen ἑξήκοντα, *sexaginta*, air. *sesca* und ἑβδομήκοντα, **septumaginta*, air. *sechtmoga*, stimmen die südeuropäischen sprachen, jedesfalls das griechische und keltische, so vollkommen überein, dafs wir ihn nur einem gemeinsamen anstofse zuschreiben dürfen. Die germanischen sprachen haben ihre dekaden völlig neu gebildet. Da aufser allem zweifel steht, dafs *twai tigjus* bis *saihs tigjus* an stelle von worten getreten sind, welche wie die entsprechenden südeuropäischen und arischen als zweites glied urspr. *-ϰomt-* enthielten (s. pl. ntr. 295), sind vielleicht auch durch *sibuntēhund* usw. zunächst bildungen verdrängt, welche wie die südeuropäischen auf das selbe *-ϰomt-* endeten. Letztere können als erste glieder ordinalzahlen gehabt haben. Somit ist nicht unmöglich, dafs die Ger-

manen einst 20—60 und 70—90 genau so wie die Südeuropäer durch den wechsel zwischen cardinal- und ordinalzahlen geschieden haben. Und da die slavolettischen sprachen, wie oben gesagt, in unserer frage überhaupt nicht stimmfähig sind, bleibt sogar die annahme zulässig, dafs einst alle Europäer den abschnitt hinter 60 durch übergang zur ordinalzählung gemacht, also gemeinsam die einwirkung des sexagesimalsystems erfahren haben. Andererseits ist bei der thatsächlichen verschiedenheit der germanischen zählweise von der südeuropäischen ebensowohl möglich, dafs die Germanen und Litauer, deren verbindung zu dieser zeit durch die gleichheit des got. *-lif* und des lit. *-lika* bezeugt wird, schon aufser allem zusammenhange mit den Südeuropäern waren, als sie den babylonischen einflufs erfuhren, dieser also an zwei verschiedenen orten und zu verschiedenen zeiten auf nachmals europäische völker gewirkt hat.

Nun werden auch die beiden von Hommel bemerkten wortanklänge zwischen dem sumerischen und indogermanischen, welche bisher in ihrer vereinzelung als spiele des zufalls gelten konnten, über die zufälligkeit hinausgehoben. Sie stehen in überraschendem einklange mit unserer ermittelung. Denn wie das zahlsystem der nachmaligen Europäer, nicht das der Arier, spuren des babylonischen trägt, so schliefsen sich jene beiden sumerischen worte, welche sich auch in indogermanischen sprachen finden, gerade an die europäische, nicht an die indische gestalt derselben. Sumer. *balag*, babylon.-assyr. *pilakku* beil steht dem griech. πέλεκυς näher als dem skr. *paraçú-s*; sumer. *urud* kupfer stimmt zu abulg. *ruda*, lat. *raudus*, an. *raudi*, pehl. *rōd*, weicht ab von skr. *lōhá-s, lōhá-m.*[1])

Beide thatsachen widerlegen auf jeden fall Penkas theorie. Um zu erklären, wie die angeblich aus Skandinavien ausgewanderten Inder etwa 2000 jahre früher als ihre in der urheimath gebliebenen vettern zu einer litteratur kamen, läfst er sie 'sich schon zu einer zeit die elemente der von den turanischen Akkadiern begründeten und von den semitischen

---

[1]) Welcher von beiden völkerstämmen hier der entlehnende ist, wird schwer fest zu stellen sein. πέλεκυς-*paraçú-s* hat im indogermanischen keinen anhalt. Skr. *lōhá-* usw. sehen allerdings echt indogermanisch aus als bezeichnungen des *rothen* metalls oder *rothen* erzes. Aber wer bürgt dafür, dafs sie nicht erst durch volksetymologie hierzu umgedeutet und umgestaltet sind? Der vocal des lat. *raudus*, welcher mit ἔρευθος schwer vereinbar ist, macht dies sogar wahrscheinlich.

Babyloniern und Assyriern weiter entwickelten cultur aneignen, als sie sich noch weder über Griechenland noch über Italien verbreitet hatte' (origines 147). Wir haben hier im gegentheil sehr alte babylonische einflüsse festgestellt, welche gerade die Inder nicht erlitten haben.

Sie erweisen, dafs die europäischen Indogermanen aus Asien stammen, die urheimath aller Indogermanen also in Asien zu suchen ist, nicht in Europa. Weiteren anhalt geben sie noch nicht. Sie lassen sich mit der alten, freilich ganz unbewiesenen annahme, dafs unser urvolk einst weit im nordosten von Babylon, etwa auf der hochebene von Pamir gesessen hat, vereinigen. Dann wären die nach westen wandernden nachmaligen Europäer auf ihrem zuge in die sphäre des babylonischen einflusses gerathen, welcher die nach süden rückenden Arier damals noch fern blieben. Sie lassen aber ebensowohl die möglichkeit offen, dafs das urvolk nicht allzu fern von Babylon heimisch war, aber, als die babylonische cultur seinen sitz erreichte, sich schon nach osten ausgebreitet hatte und nur noch die westlichen stämme den ausstrahlungen der fremden cultur ausgesetzt waren. Die antwort, welche das zahlsystem auf die frage nach unserer heimath giebt, ist also zwar sehr unbestimmt, engt aber das gebiet, auf welchem zu suchen ist, erheblich ein. Wo bisher gar nichts fest stand, ist wenigstens ein sicherer halt gewonnen.

Für die culturgeschichte ist unser ergebnifs schon in seiner jetzigen gestalt nicht ohne bedeutung. Denn wo das sexagesimalsystem eingang fand, wird nicht die ganze übrige babylonische cultur vor der thür stehen geblieben sein. Immer augenscheinlicher tritt die abhängigkeit der Hellenen von Vorderasien zu tage. Jetzt wird man auch fragen müssen, wie viel schon von dem gemeinsam europäischen culturbesitze wir Babylon verdanken.

Nachschrift.

Von vorstehender abhandlung habe ich s. 24—37 im auszuge, s. 38—54 vollständig am 5. september 1889 der arischen section des internationalen orientalistencongresses zu Stockholm vorgetragen. Der grundgedanke, die einwirkung des babylonischen zahlsystems auf das indogermanische und besonders auf das germanische, ist sofort, mehr oder weniger klar gefafst, in den berichten über den congrefs durch die zeitungen verbreitet worden, z. b. in der Wiener neuen freien presse v. 11. sept. s. 8997, im feuilleton der nationalzeitung v. 29. sept. Am ausführlichsten hat ihn unter den mir zu gesichte gekommenen berichten der von H. Oldenberg in der deutschen rundschau jahrg. 1890, heft 2, s. 299 wiedergegeben. Dafs das sogenannte duodecimalsystem der Germanen aus dem bei den Südeuropäern zwischen 60 und 70 bemerkbaren abschnitte herzuleiten sei, lehre ich seit zwanzig jahren in meinen vorlesungen. Als mir vor zwölf jahren das babylonische zahlsystem aus der Schraderschen anzeige von Lepsius' babylonisch-assyrischen längenmafsen (Jenaer lit. ztg. 1878 s. 6) bekannt wurde, war mir sofort klar, dafs in ihm der keim für alle oben behandelten eigenthümlichkeiten der europäischen zahlsysteme zu suchen sei.

Im sommer 1889, während ich die hier erscheinende abhandlung ausarbeitete, erhielt ich von Kluge unter kreuzband einen viertelbogen, dessen drei bedruckte seiten ein correcturabzug seiner behandlung der zahlwörter in Pauls grundriss der germanischen philologie bd. I, 2 s. 402f. füllt, das einzige, was mir von diesem hefte vor seiner ausgabe im november 1889 zu gesichte gekommen ist. Dort heifst es s. 405 in bezug auf unsere frage: '100) Das Germ. besitzt neben dem Dezimalsystem ein damit zersetztes Duodezimalsystem, das in dem Grofshundert gipfelt. Es finden sich im Lat. Spuren eines Sexagesimalsystems (vgl. nhd. *Schock*) — daher *sexaginta* und *sexcenti* als unbestimmte Rundzahlen (daher auch Hildebr. 50 *sumaro enti wintro sëhstic?*) — und auf eine besondere Bedeutung der 120 im Latein weist Rud. Hirzel Ber. der Sächs. Gel. Ges. 1885 p. 26; auch im Altpersischen entdeckte Cantor Mathemat. Beitr. 361 Spuren des Sexagesimalsystems. Das altgermanische Duodezimalsystem äufsert sich nie rein; denn es fehlen alte Zeugnisse für nndd. *Groetken* nhd. *Grofs* (aus *Grofshundert*? Schmeller BWb. [2] I, 1129) = 'zwölf Dutzend' (auch die dafür auftretende Bezeichnung 'Grofsdutzend' scheint jungen Datums). Das germ. Grofshundert ist eine Verquickung von Dezimal- und Duodezimalsystem, gilt also überall 120 und knüpft — auch im Mittelirischen kommt nach einer Mittheilung Thurneysens *cét* als 120 vor — [dieser in gedankenstrichen stehende zusatz fehlte im vorigen sommer noch] an jenes lat.-pers. Sexagesimalsystem an. Daher haben die Zehner bis 60 und von 70—120 verschiedene Bildungsweisen'.

Am 11. dec. 1889 schrieb mir herr W. H. Stevenson in Oxford: 'At the suggestion of Prof. Kluge, I have to-day forwarded you a copy of the Archaeological Review containing an article by me on the long hundred. Prof. Kluge informs me that you are working at the numeral names and thinks you may find my article of use'. Wenige tage später traf die freundliche gabe ein, welche ich oben s. 33 mit dank benutzt habe.

Am 19. april, als das manuscript der abhandlung bereits meinen händen entzogen im satze war, erhielt ich im V. bande der morphologischen untersuchungen eine behandlung der zahlworte durch Brugmann, auf welche ich schon oben in den correcturnoten (s. 25. 27. 37f.) eingegangen bin. Br. ist der ansicht, dafs in der indog. ursprache alle dekaden von 30—90 gleich gebildet, also die im arischen von 60—90 herrschenden bildungen auf *-ti-*, skr. *shashṭi-s* usw. an stelle älterer auf *-çat* getreten seien (s. 33f.). 'Die verdrängung der uridg. bezeichnungen deutet darauf hin, dafs im urarischen bei höheren zahlen eine sexagesimalrechnung aufgekommen war, in der das wort *shashṭi-sh xšvašti-š* 'schock' die beherrschende stellung hatte. Durch dieses wurde das dem *pañcāçát-pancāsat-* entsprechende wort für 'anzahl von 60' zurückgedrängt, und später griffen durch analogiewirkung auch bei den folgenden zehnern die dem *shashṭi-* entsprechenden bildungen für die urindogermanischen decadenbenennungen platz. Hierzu pafst gut der nachweis Cantors Mathemat. beitr. zum kulturleben der völker 1883, s. 361f. — auf diesen nachweis machte mich Fr. Kluge aufmerksam —, dafs bei den alten Persern die zahl 60 und ihre vervielfachungen (ähnlich wie bei den Römern *sexāgintā, sescentī*) ganz besonders geläufig waren (vgl. Herodot I, 189. 202, IV, 98, VII, 35)'. Dem verfasser ist, wie seine äufserungen s. 142 noch deutlicher zeigen, das wesen der sexagesimalrechnung ebenso wenig klar wie ihre heimath. Sie schlingt kein neues band zwischen 60 und den höheren dekaden, sondern zerreifst, wo sie eintritt, ein diese etwa früher verknüpfendes. In ihr ist 60 nicht der beginn sondern der abschlufs einer reihe, wie im decimalsysteme 10 oder 100. Wo 60 den höheren dekaden gleich gebildet ist, kann also von einer sexagesimalrechnung im zahlsysteme keine rede sein. Der in den arischen sprachen zwischen 50 und 60 gemachte abschnitt ist vielmehr, wie oben (s. 42. 51) gesagt, nur aus dem ungestörten decimalsysteme begreiflich.

ANHANG ZU DEN

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

ABHANDLUNGEN NICHT ZUR AKADEMIE GEHÖRIGER GELEHRTER.

AUS DEM JAHRE

1890.

MIT 1 TAFEL.

BERLIN.
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.
1891.

BUCHDRUCKEREI DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (G. VOGT).

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.



Inhalt.

Physikalische Abhandlungen.

Philosophisch-historische Abhandlungen.





PHYSIKALISCHE ABHANDLUNGEN.



Über die Spectren der Elemente.

Von

H. KAYSER UND C. RUNGE,

Professoren an der Königl. Technischen Hochschule zu Hannover.

Dritter Abschnitt.

Vorgelegt in der Gesammtsitzung am 5. Juni 1890
[Sitzungsberichte St. XXVIII. S. 555].
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 28. Juli 1890.

Dritter Abschnitt.

Über die Linienspectren der Alkalien.

§ 1. Als wir im Jahre 1887 unsere spectralanalytischen Untersuchungen begannen, geschah dies in der Absicht, Beziehungen zwischen den Wellenlängen jedes Spectrums aufzufinden, wie sie durch Balmer[1]) für den Wasserstoff gegeben waren, ferner auch Beziehungen zwischen den Spectren verschiedener Elemente zu ermitteln, deren Vorhandensein uns unzweifelhaft schien[2]). Dafs eine erweiterte Balmer'sche Formel sich für viele Linien mancher Elemente aufstellen lasse, ergab die Durchsicht der bisher vorliegenden Spectralmessungen, und der Eine von uns hat diese gesetzmäfsige Lage der Linien in einem Vortrage auf der Versammlung der British Association im Jahre 1888[3]) besprochen. Besonders bei den Alkalien und alkalischen Erden ist dieser Seriencharakter sehr auffallend, worauf schon Liveing und Dewar hingewiesen haben.

Indessen glaubten wir, dafs nur die äufserste mit den heutigen Mitteln erreichbare Genauigkeit in der Bestimmung der Wellenlängen wirk-

[1]) Balmer, Wied. Ann. 25, p. 80—87 (1885).

[2]) Kayser und Runge, Über die Spectren der Elemente, Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften (1888).

[3]) C. Runge, Rep. Brit. Ass. 1888 p. 576.

lich befriedigenden Aufschlufs geben und die Anwendbarkeit der Formeln klar hervortreten lassen könne, sowie gestatten werde, Schlüsse aus den Constanten zu ziehen. Mit einem Beobachtungsmaterial, wie es z. B. für Rubidium und Caesium vorlag, war eigentlich gar nichts anzufangen; für Rubidium giebt Lecoq 17 Linien, Thalén 8; es sind aber nur 4 Linien von beiden Beobachtern gemessen, und sogar von den Linien, welche Lecoq als die stärksten aufführt, kennt Thalén nur die Hälfte. Wenn man auch berücksichtigen mufs, dafs Lecoq das Flammenspectrum, Thalén das Funkenspectrum beobachtet hat, so erklärt dies doch nicht die Unterschiede. Selbst in den bestbekannten Spectren sind Differenzen von 5 oder 10 Angström'schen Einheiten zwischen den verschiedenen Messungen derselben Linie nicht selten, und es kommen noch grössere vor; als Beispiel seien die vielbenutzten rothen Kaliumlinien angeführt:

Lecoq	Huggins	Kirchhoff
7698	—	7700
7661	—	7681
6946	6953	6941
6913	6932	6916

So mufsten wir uns entschliefsen, die Spectren zunächst neu zu bestimmen, wobei wir als erstrebenswerthe Fehlergrenze 0,1 Angström'sche Einheiten festsetzten, da dies zur sicheren Charakterisirung jeder Linie hinzureichen scheint. Wir begannen, um in allen Spectren eine Scala zu haben, damit, das Eisenspectrum zu untersuchen, und wir haben die Resultate publicirt. Bei der Photographie der Elemente erwiesen sich dann die Kohle- und Cyanbanden als unvermeidliche und vielfach störende Begleiter, so dafs wir auch diese durch genaue Durchmessung[1]) unschädlich machen mufsten, bevor wir uns zu den Elementen selbst wenden konnten.

Bei den angeführten Messungen hatten wir die von Rowland zur Herstellung seines ersten Sonnenatlas bestimmten Normalen bis zur Wellenlänge 330 $\mu\mu$ zu Grunde gelegt, von 330 $\mu\mu$ bis 220 $\mu\mu$ aber durch

[1]) Kayser und Runge, Abhandl. der Berliner Akad. der Wissensch. 1889.

eigene Coincidenzmessungen die Wellenlängen bestimmt. Seit jener Zeit hat aber Rowland einen noch wesentlich vollkommneren Atlas hergestellt, der auf die neuesten absoluten Messungen der *D*-Linien durch Bell[1]) gegründet ist, und Rowland erklärt, dafs er weitere Änderungen, die ja jedenfalls nur aufserordentlich klein sein könnten, an den Wellenlängen nicht mehr anbringen werde. Wir haben daher beschlossen, auch diese neue Scala als definitive zu adoptiren, da es uns zu vielen Zwecken, z. B. zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Sonne, wünschenswerth schien, dafs unsere Messungen, die etwa die gleiche Genauigkeit haben, wie die Rowland'schen, nach demselben Mafsstabe ausgeführt seien.

§ 2. Wir hätten uns damit begnügen können, unsere bisherigen Messungen mit einem Factor zu multipliciren und so auf die neuen Wellenlängen der *D*-Linien zu reduciren. Seit vorigem Sommer haben wir aber weit bessere Instrumente erhalten; während wir früher hauptsächlich mit einem Gitter arbeiteten, welches 3^{m} Krümmungsradius und 70000 Furchen, je 17000 pro englischen Zoll, besafs, haben wir nun zwei ausgezeichnete Gitter, welche mit Rowland's neuer Theilmaschine hergestellt sind. Beide haben etwa 6.5^{m} Krümmungsradius, 20000 Furchen pro Zoll, im Ganzen deren 110000. Daraus ergiebt sich, dafs die Dispersion etwa die dreifache unseres früheren Gitters ist, nämlich im Spectrum erster Ordnung die Angström'sche Einheit sehr nahe 0.5^{mm} Länge entspricht; das ganze photographirbare Spectrum hat somit eine Länge von etwa 2.25^{m}. Das erste dieser Gitter ist hervorragend lichtstark in der ersten Ordnung der einen Seite; mit ihm sind fast alle Aufnahmen gemacht, welche im Folgenden zu besprechen sind. Das zweite Gitter, welches der Königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin gehört, ist ausgezeichnet in der zweiten Ordnung, so dafs beide Gitter sich ergänzen und den höchsten Ansprüchen genügen. Wir fühlen uns der Königl. Akademie für Herleihung dieses Gitters, sowie für sonstige Unterstützung bei unseren Untersuchungen zum gröfsten Danke verpflichtet.

Mit diesen Hülfsmitteln ausgerüstet, schien es uns zweckmäfsig, das Eisenspectrum noch einmal zu revidiren. Wir haben die kleinen

---

[1]) Bell, Phil. Mag. (5) 25, p. 245—263 und 350—372 (1888).

Wellenlängen unterhalb 340 $\mu\mu$ sämmtlich ganz neu bestimmt, für die gröfseren Wellen dagegen nur eine gröfsere Anzahl starker und scharfer Linien wieder gemessen.

Wir hätten gewünscht, dabei ganz unabhängig von Rowland's Normalen des Sonnenspectrums alle Wellenlängen direct auf die D-Linien zu gründen, d. h. die Arbeit Rowland's zu wiederholen und zu controlliren. Dies ist uns aber trotz unseres Reichthums an Gittern aus Mangel an einem passenden Gitter nur zum geringen Theil möglich gewesen. Es dürfte vielleicht von Interesse sein, auf diese Rowland'sche Coincidenzmethode ganz kurz einzugehen, da Rowland selbst sie bisher nirgends näher besprochen hat, um zu zeigen, wie man bei Kenntnifs einer absoluten Wellenlänge alle anderen mit aufserordentlicher Genauigkeit relativ zu dieser bestimmen kann.

Es werde D_1 zu Grunde gelegt. Man photographirt die D-Linie in der ersten, zweiten, dritten u. s. w. Ordnung, soweit das Gitter es gestattet; dann erhält man gleichzeitig auf der Platte die andern Ordnungen, nämlich bei D_1 in der ersten Ordnung: 2948 der zweiten, 1965 der dritten; bei D_1 in der zweiten Ordnung: 3931 der dritten, 2948 der vierten, 2358 der fünften u. s. w. Folgende kleine Tabelle giebt die Coincidenzen mit D_1, eingestellt in den 9 ersten Ordnungen:

1	5896					
2	2948	5896				
3	1965	3931	5896			
4		2948	4422	5896		
5		2358	3538	4717	5896	
6		1965	2948	3931	4913	5896
7			2527	3369	4211	5054
8			2211	2948	3685	4422
9				2620	3275	3931

Man mifst nun den Abstand einzelner Linien dieser verschiedenen Ordnungen von der D-Linie; kennt man auch nur angenähert, etwa bis auf 1 pCt., den Mafsstab des Spectrums, — und bis zu dieser Genauigkeit läfst er sich aus der ungefähr bekannten Gitterconstante und dem Krümmungsradius des Gitters ohne Weiteres berechnen, — so lassen sich die Wellenlängen der Linien angenähert bestimmen, nämlich, wenn sie z. B. nicht weiter als 50 Ångström'sche Einheiten von D_1 entfernt sind, bis auf 0.5 Angström'sche Einheiten. Nun ist man aber sofort in der Lage, den Mafsstab beliebig genau zu erhalten: man hat ja z. B. die Wellen 4422 und 4717, jede bis auf 0.5 genau; photographirt man sie auf einer Platte, mifst ihren Abstand, so hat man den Mafsstab bis auf $\frac{1}{3}$ pCt., da ihr Abstand von 300 Angström'schen Einheiten bis auf 1 Einheit genau ist. Mit diesem genaueren Mafsstab wiederholt man die Rechnung, erhält den Mafsstab wieder genauer, und so fort.

Auf diese Weise lassen sich eine ganze Reihe von Linien, die in den verschiedenen Ordnungen mit D_1 coincidiren, bis auf 0.01 Angström'sche Einheiten genau messen; wir wollen sie Normalen erster Ordnung nennen. Diese Linien kann man dann ebenso, wie es oben mit der D-Linie geschah zur Ermittelung einer grofsen Anzahl von Normalen zweiter Ordnung benutzen, eventuell diese abermals für Normalen dritter Ordnung, und so schliefslich eine beliebig grofse Anzahl von gleichmäfsig über das ganze Spectrum vertheilten genau bestimmten Wellenlängen erhalten, zwischen welchen man dann für die übrigen Linien gradlinig interpoliren darf.

Da aber die Fehler der Normalen erster Ordnung auf die zweiter Ordnung u. s. w. übertragen werden, so ist die Methode in vollkommener Weise nur dann auszuführen, wenn man viele Normalen erster Ordnung ermitteln, d. h. die D-Linie in zahlreichen Ordnungen photographiren kann. Unsere Gitter mit 20000 Furchen pro Zoll gestatten nur die Photographie in den beiden ersten Ordnungen, während z. B. die Gitter mit 10000 Furchen schon die 4 ersten Ordnungen benutzen lassen. Wir konnten daher die Methode nicht durchführen. Rowland hat es gethan und hat die Liste[1]) der so bestimmten Wellenlängen, welche er

[1]) Rowland, Phil. Mag. (5) 27, p. 479—484 (1889). Es ist zu bedauern, dafs Rowland so viele doppelte und dreifache Linien in seine Listen aufgenommen hat, welche für genaue Messungen natürlich unbrauchbar sind.

standards nennt, zugleich mit einer gröfseren Zahl dazwischen interpolirter Wellenlängen für sich veröffentlicht. Wir haben uns darauf beschränken müssen, nur für einige Rowland'sche standards die Messung zu wiederholen, wobei sich Übereinstimmung bis auf etwa 0.01 Angström'sche Einheiten ergab.

Nachdem wir so ihre Zuverlässigkeit geprüft, haben wir sie benutzt, um durch Coincidenzmessungen nach ihnen die Wellenlängen des ganzen Spectrums zu ermitteln. Dabei haben wir gefunden, dafs die kürzesten Wellen von Rowland wahrscheinlich einen kleinen Fehler von 0.02 Angström'schen Einheiten haben; wenigstens ergaben unsere Messungen, welche in verschiedenen Ordnungen und von verschiedenen standards ausgehend gemacht wurden, für kleine Wellen bis zu $\lambda = 3300$ stets um etwa 0.02 kleinere Werthe. Dieser kleine Fehler erklärt sich aber leicht durch den übermäfsigen Linienreichthum, mangelnde Schärfe und Lichtstärke in diesem Theil des Sonnenspectrums, welche Übelstände ja auch in dem neuen Rowland'schen Atlas hier deutlich hervortreten, während das Eisenspectrum davon frei und daher zu den Bestimmungen weit geeigneter ist.

Wir haben demnach bis zu $\lambda = 3417$ unsere auf Rowland's standards basirenden Coincidenzbestimmungen adoptirt, für gröfsere Wellenlängen die direct an dieselben standards angeschlossenen Messungen. Auf verschiedenen Platten stimmten die Linien sehr häufig bis auf weniger als ein hundertstel überein, so dafs wir glauben, eine Genauigkeit der Eisenlinien bis auf 0.02 Angström'sche Einheiten im Allgemeinen verbürgen zu können.

Es sollen in der folgenden Tabelle eine Anzahl solcher Linien gegeben werden, welche in Verbindung mit unserer früher publicirten Abhandlung über das Eisenspectrum genügen werden, um für jeden Theil des Spectrums die Linien bis auf wenige Hundertel nach dem neuen absoluten Werth der D-Linien ($D_1 = 5896.16$; $D_2 = 5890.19$) anzugeben.

Verzeichnifs einzelner Eisenlinien.

Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität
2214.70	3	2575.86	1	2983.67	1 h	3404.44	2
2227.81	3	2585.95	1 h	2994.52	1 h	3407.57	1 h
2230.13	3	2598.46	1 h	3001.04	1 h	3418.61	3
2240.69	5	2607.19	1 h	3008.23	1 h	3427.24	2
2242.65	5	2617.70	1 h	3019.09	2 h	3440.70	1 h
2253.17	4	2628.39	1 h	3037.49	1 h	3450.44	3
2264.46	4	2635.90	2 h	3047.70	1 h	3465.97	1 h
2271.82	4	2644.08	2 h	3057.54	1 h	3475.56	1 h
2277.72	3	2656.24	2	3067.35	1 h	3485.47	3
2280.25	3	2669.60	3	3075.82	1 h	3498.00	3 h
2289.06	3	2679.16	1 h	3083.84	1 h	3513.97	2 h
2293.98	2	2689.31	1 h	3100.06	1 h	3521.40	2 h
2309.08	3	2699.21	3	3111.79	4	3541.20	3
2320.43	3	2706.68	2 h	3116.73	2	3558.66	2 h
2327.45	1	2718.54	2 h	3125.76	1	3570.23	1 h
2332.86	1 h	2725.02	2 h	3136.59	3	3586.24	3
2343.56	2 h	2733.67	1 h	3151.42	2 u	3603.35	4
2359.20	2	2744.16	1 h	3160.74	2	3618.89	2 h
2364.91	1 h	2755.83	1 h	3175.54	2	3631.59	3 h
2373.82	1 h	2767.62	1 h	3184.99	3	3647.95	2 h
2382.12	1 h	2778.32	2 h	3192.89	2	3659.64	3
2388.73	1 h	2788.20	1 h	3200.58	2	3680.03	4 h
2399.31	1 h	2798.36	1 h	3214.14	1	3695.18	4
2404.96	1 h	2807.08	2 h	3222.16	1 h	3709.37	3 h
2413.39	1 h	2813.39	1 h	3231.07	3	3720.05	1 h
2424.23	3	2823.37	2 h	3239.54	2	3737.26	2 h
2432.34	3	2832.53	1 h	3251.32	2	3749.62	2 h
2442.65	1 h	2844.08	1 h	3265.72	2	3767.33	2 h
2453.56	2	2851.89	1 h	3271.11	2	3781.33	4
2465.23	2 h	2863.48	1 h	3286.87	1 h	3792.30	5
2472.43	2 h	2874.27	2 h	3298.24	3	3810.90	4
2483.34	1 h	2883.82	3	3306.10	2 h	3820.56	2 h
2493.30	1 h	2894.60	3	3314.87	2	3840.58	2 h
2501.20	1 h	2901.48	4	3325.58	3	3860.04	1 h
2510.91	1 h	2912.27	1 h	3335.88	3	3878.71	2 h
2522.92	1 h	2923.96	3	3348.03	3	3900.66	5
2527.50	1 h	2937.01	1 h	3355.33	3	3923.05	2 h
2537.24	3 h	2947.99	2 h	3366.92	1 h	3942.58	3
2549.68	1 h	2957.48	1 h	3378.78	3	3963.28	4
2560.35	3	2967.00	1 h	3384.07	3	3977.90	2
2566.99	2	2976.23	3	3392.76	2	3998.22	3

Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität	Wellenlänge	Intensität
4022.02	3	4630.30	4	5250.81	3	5930.29	1
4045.97	1	4647.60	2	5270.52	1	5956.92	3
4063.75	1	4668.36	3	5288.73	4	5977.12	2
4083.93	4	4691.59	3	5307.54	3	6003.28	3
4100.88	3	4710.44	4	5328.71	2	6027.27	3
4118.72	1	4737.00	1	5353.59	3	6056.21	2
4143.58	1	4754.22	4	5371.67	1	6078.71	3
4157.95	3	4772.96	5	5397.32	1	6102.40	3
4181.91	2	4789.80	3	5424.23	1 u	6136.85	1
4202.18	1	4823.69	4	5447.16	1	6157.96	3
4222.39	2	4843.32	5	5474.13	3	6180.42	4
4245.40	3	4859.94	2	5497.70	3	6191.77	1
4260.67	1	4878.41	3	5506.98	2	6213.63	3
4282.54	1	4890.94	2	5525.76	4	6230.94	1
4299.44	1	4919.19	2	5555.03	3 u	6252.76	2
4315.23	1	4939.84	4	5573.07	1	6270.44	5
4337.20	1	4957.50	3	5603.17	2	6297.99	4
4358.67	4	4978.79	4	5624.77	2	6318.22	3
4383.72	1 h	4994.29	4	5641.70	4	6337.07	3
4404.94	1 h	5015.13	3	5659.06	1	6358.87	5
4422.74	2	5041.91	2	5686.66	3	6380.95	5
4442.52	2	5068.95	2	5709.61	2	6400.27	1
4461.83	3	5083.50	3	5731.98	3	6421.55	4
4482.40	2	5105.73	2	5753.33	2	6462.95	4
4494.74	2	5125.30	2	5775.30	3	6495.20	1
4525.32	3	5151.02	3	5798.42	5 u	6518.62	3
4548.01	2	5169.07	3	5816.50	3	6546.47	1
4569.00	4	5191.68	1	5859.91	2	6593.14	1
4592.82	2	5208.80	3	5884.09	4		
4611.47	2	5227.08	1	5905.94	3		

§ 3. Zur Erzeugung der Spectren der Elemente haben wir verschiedene Methoden benutzt. Nach dem Vorgange von Liveing und Dewar wurde ein Block von Retortenkohle mit zwei horizontalen Bohrungen versehen, welche sich in der Mitte des Blocks rechtwinklig kreuzten. Zwei der so entstandenen 4 Kreuzarme wurden zum Einschieben der Kohlestäbe benutzt, wobei diese durch Stücke von Glasröhren vom Block isolirt waren; die Stäbe trafen sich in der Mitte, und hier entstand das Bogenlicht. Der dritte Kreuzarm diente zum Austritt des Lichtes, der vierte wurde

verschlossen, oder zum Einleiten von Gasen, Kohlensäure oder Wasserstoff, in den Bogen gebraucht; dies hatte den Zweck, entweder die Cyanbanden zu schwächen[1]), oder die schnelle Oxydation der Metalldämpfe zu hindern. Im Block war noch ein fünftes Loch, senkrecht von oben den Kreuzungspunkt treffend; es diente dazu, die zu verflüchtigenden Metalle oder Salze in den Bogen zu bringen. Das Bogenlicht streicht so über die eingebrachten Substanzen fort und verdampft sie; dabei erwies es sich zweckmäfsig, den Bogen durch einen angenäherten Magnetpol zu zwingen, dauernd am Boden der Bohrung entlang zu gehen und so direct die Substanzen zu treffen; wird er nicht so künstlich festgehalten, so brennt er unregelmäfsig bald oben, bald unten, zeigt die Neigung zu rotiren.

In einzelnen Fällen, wo es sich darum handelte, die Linien umgekehrt zu erhalten, also ein möglichst heller Hintergrund für die leuchtenden Dämpfe geschaffen werden mufste, wurden die Kohlen durch andere Kreuzarme eingeschoben, so dafs sie sich rechtwinklig trafen. Die weifsglühende positive Kohle bildete dann den Hintergrund. Zeitweilig haben wir auch ganz ähnlich eingerichtete Blöcke aus Kalkstein oder Marmor benutzt, aber ohne wesentlichen Vortheil.

Zahlreiche Aufnahmen wurden auch mit der gewöhnlichen Lampe gemacht. Der Strom wurde so geführt, dafs die untere Kohle die positive war; es wurde dazu ein napfartig ausgehöhltes Kohlestück von etwas gröfserem Querschnitt genommen, auf welches von Zeit zu Zeit neue Substanz gebracht wurde. Nach dieser Methode haben wir namentlich die kürzesten Wellen mit der gröfsten Intensität erhalten.

Der Strom wurde meist wieder von dem dem physikalischen Institut gehörenden Gasmotor und einer Siemens'schen Maschine geliefert; sie gab bei 50 Volt Spannung 25—35 Ampère. Aufserdem konnten wir durch Freundlichkeit unseres Kollegen W. Kohlrausch auch den Strom einer Schuckert-Maschine von 40—50 Ampère benutzen, welcher namentlich die Expositionszeit wesentlich abzukürzen gestattete, dann aber auch die kürzesten Linien besser zum Vorschein brachte.

Das so erzeugte Licht wurde je nach dem untersuchten Theil des

---

[1]) Kayser und Runge, Abhandlungen der Berliner Akad. der Wissenschaften 1889, p. 9.

Spectrums durch gröfsere Glaslinsen oder kleinere Quarzlinsen auf dem Spalt concentrirt.

Die photographischen Aufnahmen wurden meist auf Chromoplatten von Gaedicke in Berlin gemacht, nur im Grünen auf Eosinsilberplatten von Perutz in München, im Roth auf von uns selbst mit Azalin sensibilisirten Obernetterplatten, ebenfalls von Perutz. Entwickelt wurde nur mit Hydrochinon.

Die Platten bildeten schmale Streifen von 50^{cm} Länge, 5^{cm} Breite. Die vom Concavgitter entworfenen Spectren erscheinen bekanntlich scharf auf einem Kreise, dessen Radius gleich dem halben Krümmungsradius des Gitters ist; die Platten hätten daher bis zu einem Radius von 3.25^{m} gebogen werden müssen. Unsere Cassette war so eingerichtet, dafs beim Schliefsen des sehr massiven Deckels die Platte gebogen wurde, aber nur bis zu einem Radius von 6.5^{m}; es zeigte sich, dafs die Schärfe des Bildes dadurch nicht merkbar litt, und die Gefahr des Brechens der Platten war wesentlich verkleinert.

Die Messungen wurden mit der früher beschriebenen Theilmaschine ausgeführt, deren Mikrometerschraube ohne Benutzung des Nonius 0.005^{mm} ablesen läfst. Wir haben inzwischen die Schraube untersucht und gefunden, dafs ein Stück von 10^{cm} ausgezeichnet gearbeitet, der Rest schlechter ist, und haben daher nur das gute Stück zur Messung benutzt. Eine Umdrehung der Schraube entspricht 0.5^{mm}, d. h. fast genau einer Angström'schen Einheit im Spectrum erster Ordnung unserer Gitter, ein pars des Mikrometerkopfes also 0.01 Angström'schen Einheiten. Die Einstellung des Fadenkreuzes läfst sich bei allen scharfen Linien bis auf 1 oder 2 partes sicher ausführen.

Für die Theile des Spectrums mit gröfserer Wellenlänge, als etwa $650\mu\mu$, haben wir Platten nicht sensibilisiren können; alle Versuche mit Cyanin und Coeruleïn sind fehlgeschlagen, selbst bei 2 Stunden Exposition konnten wir z. B. keine Spur der längsten Kaliumlinien bei $770\mu\mu$ erhalten. Die Versuche von Eder, H. W. Vogel und anderen zeigen ja zweifellos, dafs die Sensibilisirung für das Sonnenspectrum genügend ausfällt; aber dessen Intensität ist auch wesentlich gröfser.

Da es sich nur um wenige Linien handelte, deren ungefähre Bestimmung aber doch von bedeutendem theoretischem Interesse war, haben

wir uns auf folgende Weise geholfen: In der Cassette waren zwei Spitzen verschiebbar hinter der matten Scheibe angebracht. Die rothen Linien waren mit blofsem Auge oder auch mit der Lupe zu sehen; die Spitzen wurden nun auf die Linien eingestellt, dann, ohne die Cassette herauszunehmen, die matte Scheibe durch eine empfindliche Platte ersetzt, und eine Aufnahme des Eisenspectrums gemacht. Es erscheinen dabei die kurzen Wellen des Spectrums zweiter Ordnung, deren Linien sehr dicht liegen; die Spitzen halten das Licht von der Platte ab, und man erhält ganz scharf die Silhouette der Spitzen im Eisenspectrum, so dafs man die ihnen entsprechende Wellenlänge erster Ordnung bequem ablesen kann. Mangelhaft ist nur die Genauigkeit der Einstellung der Spitzen auf die immerhin sehr lichtschwachen und breiten Linien.

§ 4. Als Scala zum Auswerthen der Platten diente das Eisenspectrum; die Kohlen enthalten so viel Eisen, dafs bei jeder Aufnahme viele hunderte von Eisenlinien erscheinen, namentlich im Ultravioletten, wo sie durch ihre grofse Menge sogar manchmal stören. Besonders sind es die umkehrbaren Linien, welche erscheinen, und dadurch ihre hervorragende Bedeutung und ihre Identität mit den Lockyer'schen langen Linien documentiren. Im sichtbaren Theil, namentlich im Gelbgrün, Gelb und Roth, werden sie dagegen sehr sparsam, so dafs ihre künstliche Hervorbringung durch Einwerfen von etwas rothem Blutlaugensalz oder auch eines Stückchen Eisendrahtes nothwendig wird. Wir haben dieses Hülfsmittel indessen nur selten benutzt; in diesen Theilen des Spectrums liegen zahlreiche starke Calciumlinien, welche ebenfalls stets zum Vorschein kommen, und nachdem wir einmal ihre Wellenlängen mit Hülfe von Eisenlinien bestimmt hatten, sich statt jener benutzen liefsen. In ähnlicher Weise erwiesen sich auch die Linien anderer Elemente, z. B. von Strontium, welches als Verunreinigung in den Salzen der Alkalien stark vertreten ist, brauchbar.

Die Platten wurden in Stücken von etwa 10^{cm} gemessen, für die bekannten Linien die Wellenlängen eingesetzt, und nach der Methode der kleinsten Quadrate die Correctur des fast unveränderlichen Mafsstabes berechnet. Da hierbei je nach den Umständen die verschiedensten Linien als Normalen benutzt wurden, und wir an 300 Platten für die Spectren der Alkalien und alkalischen Erden hergestellt haben, sind die Wellenlän-

gen der verschiedenen Elemente fortdauernd nicht nur mit Eisen, sondern auch unter sich verglichen worden, so dafs irgend bedeutende Fehler sich nicht eingeschlichen haben können.

Was die Genauigkeit unserer Messungen betrifft, so läfst sich dieselbe nicht allgemein angeben wegen der verschiedenen Beschaffenheit der Linien. Wir haben daher in den Tabellen bei jeder einzelnen Linie den gröfsten Fehler, der uns möglich scheint, angegeben. Bei den scharfen Linien stimmen die verschiedenen Messungen stets auf einige Hundertstel einer Angström'schen Einheit überein, also wird auch das Mittel bis auf wenigstens 0.03 richtig sein. Als Beispiel für die Genauigkeit der Resultate seien folgende Proben angeführt:

Li	Li	Na	Na	K	K
3232.76	2741.39	3303.08	3302.47	3447.50	3446.50
3232.80	2741.39	3303.06	3302.44	3447.48	3446.50
3232.77	2741.45	3303.07	3302.46	3447.47	3446.46
3232.77	2741.28	3303.18	3302.52	3447.47	3446.49
3232.78	2741.41	3303.09	3302.49	3447.51	3446.53
3232.78	2741.43	3303.06	3302.43	3447.50	3446.50
u. s. w.	u. s. w.	3303.06	3302.45	u. s. w.	u. s. w.
		3303.08	3302.47		
		3303.07	3302.47		
		u. s. w.	u. s. w.		

Bei den Spectren der Alkalien sind aber die meisten Linien sehr unscharf, wenn reichlich Dampf des Elementes vorhanden ist; es ist gar nicht selten, dafs die Linien 10 Angström'sche Einheiten breit werden, wir haben sie auch über 50 Einheiten breit erhalten. Auch dann läfst sich die Messung noch sehr genau machen, wenn die Linie sich umkehrt, weil gewöhnlich die Umkehrung ganz schmal und scharf begrenzt ist; mitunter aber ist auch der umgekehrte Theil über 1 Angström'sche Einheit breit, seine Ränder unscharf; dann ist die Messung erschwert.

Noch viel geringer ist die erreichbare Genauigkeit, wenn die Linien sich nicht gleichmäfsig verbreitern, wie es bei den Linien der Alkalien

vielfach der Fall ist. Zum Theil sind solche Aufnahmen, die bei dichten Dämpfen gemacht wurden, zur Messung gar nicht brauchbar, dagegen solche Platten, in denen die Linien nur als Verunreinigungen auftreten, wesentlich besser. In allen diesen Fällen haben wir bei Berechnung der Mittelwerthe die Aufnahmen jeder einzelnen Linie angesehen, nur die besten benutzt, und diese je nach ihrer Schärfe mit verschiedenem Gewicht in Rechnung gebracht.

Sind die Linien, welche sich verbreitern, noch dazu sehr schwach, so dafs man gezwungen ist, dichten Dampf zu erzeugen, um sie zu erhalten, so läfst sich grofse Genauigkeit überhaupt nicht erreichen. In dieser Weise verhält sich namentlich ein ganzer Theil der Caesiumlinien.

Bei der Messung mit Spitzen haben wir die Fehlergrenze auf 5 Angström'sche Einheiten angesetzt, obgleich die verschiedenen Aufnahmen besser unter einander übereinstimmten.

§ 5. Zur Erzeugung des Spectrums haben wir folgende Substanzen benutzt: Für Lithium: das Chlorsalz; für Natrium: das Metall selbst, Chlornatrium oder kohlensaures Natron; für Kalium: das Metall selbst, oder Chlorkalium, chlorsaures, salpetersaures oder kohlensaures Kali; für Rubidium: Rubidiumchlorid; für Caesium: Caesiumalaun. Es hat sich dabei kein wesentlicher Unterschied zwischen den verschiedenen Verbindungen desselben Elementes gezeigt, höchstens schien Chlorkalium etwas geeigneter als die andern Kalisalze. Die Substanzen waren durchweg die käuflichen, da „chemisch reine“ Salze wesentlich theurer und spectralanalytisch doch nicht ganz rein sind; ferner treten stets eine Anzahl fremder Linien von den Verunreinigungen der Kohlen herrührend auf; diese Umstände erschweren die Untersuchung aufserordentlich und machen sie anfangs sehr zeitraubend. Bei der Ungenauigkeit der bisherigen Messungen war es selten möglich, herauszufinden, welchem Elemente eine Linie angehört, wir mufsten vielmehr gleich eine grofse Reihe anderer Elemente mit in den Bereich der Untersuchung ziehen. So haben wir namentlich Calcium, Barium, Strontium, Aluminium, Mangan, Magnesium, Silicium prüfen müssen, sind dadurch aber dann auch im Stande gewesen ein deutliches Bild der eigentlichen Linien des untersuchten Elementes zu erhalten. Freilich haben wir noch lange nicht alle „unbekannten“

Linien aus den Listen der in unseren Aufnahmen erschienenen Linien fortgeschafft, — dazu hätten wir eben alle Elemente untersuchen müssen, — aber die meisten übrigbleibenden sind doch so schwach und in ihrem Erscheinen oder Nichterscheinen so regellos, während die Linien des Elementes, welches man grade untersucht, stets und in gleichen Intensitätsverhältnissen auftreten, dafs wir sicher entscheiden können, dafs jene Linien nicht zu dem untersuchten Elemente gehören. Die Entscheidung der umgekehrten Frage, ob eine schwache Linie, die bei Aufnahme desselben Elementes immer erscheint, wirklich diesem Element angehört, ist dagegen viel schwieriger; man kann sie nur lösen, indem man möglichst verschiedene aus verschiedenen Quellen bezogene Salze des Elementes untersucht, weil dann zu erwarten ist, dafs nicht dieselbe Verunreinigung allen gemein sein wird. Ganz sicher wird man freilich nur gehen, wenn man alle Elemente untersucht.

Wir wollen daher nicht behaupten, dafs unsere Spectren ganz vollständig seien, — im Gegentheil zeigen die später zu besprechenden Rechnungen, dafs wohl noch mehr schwache Linien vorhanden sind, — aber wir glauben sicher, dafs unsere Spectren keine fremden Linien mehr enthalten, was uns ungleich wichtiger dünkt.

Die Schwierigkeiten, an welchen Lockyer's Untersuchungen über die Spectren der Elemente scheiterten, nämlich dafs er schliefslich eine Unzahl von Linien hatte, von welchen er nicht wufste, ob sie dem einen oder andern Element angehörten, haben wir bis jetzt nicht gefunden, und sie werden wohl auch zum grofsen Theil in der zu solchem Zweck nicht genügenden Genauigkeit der Lockyer'schen Bestimmungen ihren Grund haben. Dabei ist allerdings zu bemerken, dafs die Schwierigkeiten wahrscheinlich viel gröfser werden, wenn wir zu den linienreicheren Spectren der Metalle kommen.

Lockyer ist durch seine Untersuchungen dazu geführt worden, die Theorie der „basischen Linien“ aufzustellen; er versteht darunter solche Linien, welche nach seiner Ansicht mehreren Elementen gemeinsam sind; er sieht in ihrer Existenz, — welche übrigens in den meisten Fällen mehr als zweifelhaft ist — einen Beweis für die Dissociation der Elemente in einfachere Substanzen, welche mehreren unserer Elemente gemeinsam sein sollen. Wir können diese Auffassung durchaus nicht

theilen; unsere Resultate scheinen uns im Gegentheil, wie wir weiterhin ausführlicher besprechen werden, für einzelne von Lockyer angegebene Fälle, z. B. beim Kalium, zwingend die Unrichtigkeit seiner Schlüsse zu beweisen.

Auf „basische Linien“ sind wir noch nicht gestofsen; mehrfach haben wir starke, sich verbreiternde Linien verschiedener Elemente gefunden, welche einander so nahe liegen, dafs es der vollen Genauigkeit unserer Messungen bedarf, um sie zu trennen; aber das ist uns denn doch stets gelungen. Als Beispiel sei die Rubidiumlinie 4215.72 angeführt, welche mit einer Strontiumlinie verschmilzt, wenn beide Elemente gegenwärtig sind. Sie fallen aufserdem fast mit einer Eisenlinie zusammen und liegen ganz nahe bei einer Kante der zweiten Cyanbande, so dafs sie auch von dieser schwer zu trennen sind. Aber die Wellenlänge der Cyankante ist 4216.14, die des Rubidiums 4215.72, die des Strontiums 4215.66, endlich die des Eisens 4215.56.

§ 6. Der herrliche Atlas des Sonnenspectrums von Rowland und die Genauigkeit unserer Messungen gestatten in den meisten Fällen zu entscheiden, ob eine Linie sich unter den Fraunhofer'schen Linien wiederfindet oder nicht. So lag es uns nahe, diese interessante Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Sonne ebenfalls ins Auge zu fassen. Der Letzte, welcher sich eingehend damit beschäftigt hat, ist Lockyer; er hat eine Liste[1]) der Elemente, welche nach seiner Ansicht sicher in der Sonne vorhanden sind, veröffentlicht, und eine zweite Liste der Elemente, deren Anwesenheit er für wahrscheinlich hält. Offenbar aber war Lockyer's Beobachtungsmaterial für diesen Zweck nicht genau genug, denn seine Angaben bestätigen sich nicht, soweit wir sie geprüft haben; Lockyer gibt die Linien an, welche er in der Sonne gefunden zu haben meint, so dafs sich diese Prüfung leicht ausführen läfst. Das Genauere soll bei den einzelnen Elementen besprochen werden; hier sei nur im Voraus angeführt, dafs nach Lockyer Natrium und Kalium sicher in der Sonne sein sollen, Lithium, Rubidium, Caesium wahrscheinlich; es

---

[1]) Z. B. in Lockyer, Studien zur Spectralanalyse, Leipzig, Brockhaus 1879, pag. 223.

finden sich dagegen nur die Linien des Natrium unter den Fraunhofer-schen Linien, die des Kaliums, Lithiums, Rubidiums, Caesiums sicher nicht.

§ 7. Es sollen im Folgenden die Spectren der einzelnen Elemente angegeben werden. Die erste Spalte enthält die Wellenlängen in Angström'schen Einheiten. Aufser den Linien, welche wir selbst gemessen haben, führen wir in den Tabellen noch einige von anderen Beobachtern gegebene, welche wir für richtig, d. h. zu dem betreffenden Element gehörig halten, ohne dafs wir selbst sie haben nachweisen oder die genauere Wellenlänge bestimmen können. Für schwache und unscharfe Linien ist eben die grofse Dispersion und geringe Helligkeit des Gitterspectrums höchst ungünstig; die unscharfen Linien werden so in die Breite gezogen, dafs sie nur als ein Wisch über die Platte erscheinen oder ganz verschwinden, während sie eventuell im prismatischen Spectrum ganz gut sichtbar sein können. Die so von uns übernommenen Linien sind in den Listen in Klammern geführt; sie sind auf unseren Werth der D-Linien reducirt. Die zweite Spalte enthält die Fehlergrenze, die dritte den reciproken Werth der Wellenlänge mit Rücksicht auf die späteren Betrachtungen[1]). Die vierte Spalte macht eine ungefähre Angabe über die Intensität, die fünfte Spalte gibt sonstige Bemerkungen. In der sechsten Spalte sind frühere Messungen angeführt, und zwar entweder nur die zuverläfsigste, oder alle vorhandenen; die Namen der Beobachter sind angegeben. Die siebente Spalte endlich macht darüber Angaben, ob sich die betreffende Linie unter den Fraunhofer'schen Linien des Rowland-schen Atlas findet.

---

[1]) Es sind hier 7 Stellen ausgerechnet, obwohl meist die sechste Stelle nicht mehr sicher ist; für die Rechnung ist bisweilen die siebente Stelle erwünscht.

I. Lithium.

Wellenlänge λ	Fehlergrenze	$\frac{1}{\lambda}$	Intensität	Bemerkungen	Frühere Messungen	Ob in der Sonne
6708.2	0.2	1490713	1	meist umgekehrt	6706.7 Thalén	Nein
6103.77	0.03	1638332	1	meist umgekehrt	6102.2 Thalén	Nein
4972.11	0.1	2011219	3	unscharf nach Roth	4971.2 Thalén	Nein
4602.37	0.1	2172794	1	umgekehrt	4602.2 Thalén	Nein
4273.44	0.2	2340035	4	unscharf nach Roth	4273.3 Thalén	?
4132.44	0.2	2419878	2	unscharf nach beiden Seiten, umgekehrt	4131.7 Liveing & Dewar	?
3985.94	0.2	2508818	5	unscharf nach Roth	3984.5 Liveing & Dewar	Nein
3915.2	0.2	2554148	3	unscharf nach beiden Seiten, umgekehrt	3913.5 Liveing & Dewar	?
3838.3	3.0	2605320	6	unscharf nach Roth	3862.3 Liveing & Dew.[1])	?
3794.9	5.0	2635116	4	unscharf nach beiden Seiten	3799.0 Liveing & Dewar	?
3718.9	5.0	2688967	5	unscharf nach beiden Seiten	Neu	?
3670.6	5.0	2724350	6	unscharf nach beiden Seiten	Neu	?
3232.77	0.03	3093322	2	meist umgekehrt	3232.0 Liveing & Dewar	
2741.39	0.03	3647784	3	meist umgekehrt	2741.0 Liveing & Dewar	
2562.60	0.03	3902287	4	meist umgekehrt	2561.5 Liveing & Dewar	
2475.13	0.1	4040192	4	meist umgekehrt	2475.0 Liveing & Dewar	
2425.55	0.1	4122776	5	meist umgekehrt	2425.5 Liveing & Dewar	
2394.54	0.2	4176167	6	meist umgekehrt	2394.5 Liveing & Dewar	
(2373.9)		4212479		von uns nicht beobachtet	2373.5 Liveing & Dewar	
(2359.4)		4238366		von uns nicht beobachtet	2359.0 Liveing & Dewar	

Von den Linien des Lithiums erscheinen die mit gröfster Wellenlänge und die ersten der ultravioletten Reihe aufserordentlich leicht, Spuren des Salzes genügen, um sie zum Vorschein zu bringen. Die Linien 6708, 6103, 4602 und die ultravioletten von 3232 an kehren sich aufserordentlich leicht um. Sehr auffallend ist das Aussehen der sichtbaren Linien, welche abwechselnd nur unscharf nach Roth oder unscharf nach beiden Seiten sind. Letztere Linien verbreitern sich, wenn der Dampf dicht ist, bis auf 10 bis 20 Angström'sche Einheiten; sind sie nicht umgekehrt — und die Umkehrung tritt bei den schwächeren nicht ein — so sind sie kaum genau zu messen. Es hat uns grofse Mühe gemacht, die Linien 3795, 3719, 3670 zu erhalten, da sie in die stärkste Cyan-

[1]) Wir haben während des Druckes gefunden, dafs Liveing und Dewar in einer früheren Publication 3838 als wahrscheinliche Lithiumlinie angeben (Proc. Roy. Soc. XXX 1880).

bande hineinfallen, und durch diese verdeckt werden; man mufs die Cyanbanden sehr schwächen, wenn die Lithiumlinien überhaupt sichtbar sein sollen. Auch Liveing und Dewar erwähnen diese Schwierigkeit, wegen deren sie die beiden letzten dieser Linien nicht mehr gesehen haben, während wir noch Andeutungen, freilich unmefsbare, weiterer Linien beobachtet zu haben glauben. Noch schwieriger zu beobachten ist die Linie 3838, welche in den dunkelsten Theil der Cyanbande fällt; es ist nur auf 2 Platten eine Andeutung dieser Linie zu sehen gewesen. Liveing und Dewar haben statt dessen 3862[1]); wir halten unsere Messung für richtiger, weil sie mit der Rechnung übereinstimmt (s. S. 38), doch scheint uns auch bei uns in diesem Falle ein Irrthum nicht ausgeschlossen. Liveing und Dewar geben im Ultraviolett zwei weitere Linien, welche wir wegen zu grofser Lichtschwäche nicht mehr erhalten haben.

Liveing und Dewar geben ferner an, dafs die Linie 4602 doppelt erscheine, wenn frisches Salz in den Bogen geworfen wird, indem sich auf der Seite der kürzeren Wellen eine ganz schwache Linie entwickelt, welche aber bald wieder verschwindet. Wir haben nur bei zwei Aufnahmen neben der Hauptlinie eine zweite schwache umgekehrte Linie bei 4603.13 erhalten; da aber hier eine Eisenlinie liegt, glauben wir, dafs dies eben die Eisenlinie ist, welche sich durch den hellen Hintergrund der Lithiumlinie umgekehrt hat.

In der Sonne ist keine einzige von den stärkeren Linien zu finden. In der Gegend von 6103 liegen freilich 3 Linien im Rowland'schen Atlas, nämlich 6102.40, 6102.98, 6103.42; aber die erste und dritte sind Eisenlinien, die zweite eine Calciumlinie, und die Lithiumlinie ist nicht vorhanden. Lockyer führt Lithium als wahrscheinlich in der Sonne vorhanden an, weil er die Linie 4602.37 gefunden zu haben glaubt; im Atlas sind aber nur 4602.17 und 4603.13 zu sehen, welches zwei starke Eisenlinien sind; also auch diese Linie ist in der Sonne sicher nicht vorhanden. Für einzelne der schwächeren und unscharfen Linien ist das Fehlen unter den Fraunhofer'schen Linien nicht mit voller Sicherheit zu constatiren, weil die Ungenauigkeit der Wellenlängenbestimmung so grofs wird, dafs in dem Gebiet, in welches die Linien eventuell fallen können, wohl Fraunhofer'sche Linien liegen, theils schwache, theils

[1]) Vergleiche die Anmerkung auf der vorigen Seite.

starke, welche wir vorläufig bestimmten anderen Elementen nicht zuweisen können. Vergleicht man aber die Reihenfolge dieser Fraunhoferschen Linien in Bezug auf ihre Intensität mit den beobachteten Lithiumlinien, so kommt man zu dem Schlusse, dafs sie nichts mit Lithium zu thun haben.

II. Natrium.

Wellenlänge λ	Fehlergrenze	$\frac{1}{\lambda}$	Intensität	Bemerkungen	Frühere Messungen	Ob in der Sonne
(8200.3)		1219468			8199 } Abney	Nein
(8188.3)		1221255			8187	
6161.15	0.1	1623074	2	} unscharf nach Roth	6160.2 Thalén	? 6161.50 (3)
6154.62	0.1	1624796	2		6154.4 Thalén	? 6154.49 (4)
5896.16		1696019	1	} umgekehrt; D-Linien		} Ja
5890.19		1697738	1			
5688.26	0.15	1758007	2	} unscharf nach Roth	5687.3 Thalén	? 5688.42 (2)
5682.90	0.15	1759665	2		5681.5 Thalén	? 5682.58 (3)
5675.92	0.15	1761829	5	} unscharf nach Violett	5673.6 Liveing & Dewar	? 5675.90 (6)
5670.40	0.15	1763544	5		5668.6 Liveing & Dewar	Nein
5153.72	0.1	1940346	3	} etwas unscharf nach bei-	5155.0 Thalén	? 5153.60 (5)
5149.19	0.1	1942053	3	den Seiten	5152.7 Thalén	? 5149.29 (6)
4983.53	0.2	2006610	3	} unscharf nach Roth	4983.3 Thalén	? 4983.71 (6)
4979.30	0.2	2008314	3		4982.0 Thalén	? 4979.41 (6)
4752.19	0.15	2104293	4	} etwas unscharf nach bei-	4751.4 } Liveing & Dewar	? 4752.30 (4)
4748.36	0.15	2105990	4	den Seiten	4747.5	? 4748.36 (3)
4669.4	0.5	2141603	4	} unscharf nach Roth	4667.5 } Liveing & Dewar	? 4669.47 (5)
4665.2	0.5	2143531	4		4663.7	? 4665.32 (6)
4546.03	0.2	2199721	5	} etwas unscharf nach bei-	4543.6 } Liveing & Dewar	? 4646.10 (4)
4542.75	0.2	2201310	5	den Seiten	4540.7	Nein
4500.0	1.0	2222222	5	} sehr unscharf	4496.4 } Liveing & Dewar	?
4494.3	1.0	2225041	5		4494.5	?
(4423.7)		2260551		} (scharf) von uns nicht ge-	4423.0 } Liveing & Dewar	?
(4420.2)		2262341		messen	4419.5	?
(4393.7)		2275986		} (unscharf) von uns nicht	4393 } Liveing & Dewar	?
(4390.7)		2277541		gemessen	4390	?
(4343.7)		2302185		} (Band) von uns nicht ge-	4343 } Liveing & Dewar	?
(4325.7)		2311765		sehen	4325	?
3303.07	0.03	3027487	2	} umgekehrt	3301.2 } Cornu	} Ja
3302.47	0.03	3028037	2		3300.8	
2852.91	0.05	3505193	3	umgekehrt	2853.3 }	
2680.46	0.1	3730703	4	umgekehrt	2679.0 } Liveing & Dewar	
2593.98	0.1	3855080	5	umgekehrt	2593.3 }	
2543.85	0.1	3931049	6	umgekehrt	Neu	
2512.23	0.2	3980527	6	umgekehrt	Neu	

Auch von den Linien des Natriums erscheint, wie bekannt, ein Theil aufserordentlich leicht, namentlich die *D*-Linien und die ersten ultravioletten Linien; dieselben Linien sind auch sehr leicht umkehrbar. Von den Paaren im sichtbaren Theil sind noch die bei 616 und bei 568 häufig sichtbar, während die übrigen schwerer kommen. Sehr auffallend ist der regelmäfsige Wechsel der schärferen und unschärferen Paare, die gleichzeitig unschärfer und schwächer werden, je kürzer die Wellenlänge wird.

Liveing und Dewar haben beim Natrium einige Paare mehr messen können, als wir; zum Theil haben wir sie noch als Wische auf der Platte angedeutet gesehen, ohne die Lage des Intensitätsmaximums angeben zu können. Dagegen haben wir im Ultravioletten einige Linien mehr gefunden.

Liveing und Dewar führen noch eine Linie bei 4980.5 als zum Natrium gehörig an; wir haben sie nie gesehen und bezweifeln ihre Zugehörigkeit. Sehr merkwürdig ist das Linienpaar 5675 und 5670; es ist das Einzige, nicht nur des Natriums, sondern der Alkalien überhaupt, welches unscharf nach Violett ist. Dasselbe fällt auch in anderer Beziehung, wie wir später sehen werden, aus dem Spectrum heraus.

Im Sonnenspectrum finden sich zweifellos nur die *D*-Linien und das ultraviolette Paar bei 3303 und 3302. An der Stelle der andern Paare finden sich wohl zum Theil angenähert Linien in Rowland's Atlas — und die dort abgelesenen Wellenlängen der am besten passenden Linien sind zugleich mit den in Klammern beigefügten Intensitäten in der Tabelle angegeben. Vergleicht man aber diese Intensitäten mit denen der Natriumlinien, so wird es sehr wahrscheinlich, dafs die anderen Natriumlinien nicht in der Sonne vorhanden sind. Doch ist eine sichere Entscheidung nicht möglich, bevor man nicht die betreffenden Fraunhofer'schen Linien bestimmten anderen Elementen zuordnen kann.

III. Kalium.

Wellen-länge λ	Fehlergrenze	$\frac{1}{\lambda^2}$	Intensität	Bemerkungen	Frühere Messungen	Ob in der Sonne
7699.3	5.0	1298819	1	stark verbreitert u.	7698 Lecoq; 7700 Kirchhoff	Nein } nach Ab-
7665.6	5.0	1304529	1	umgekehrt.	7661 Lecoq; 7680 Kirchhoff	Nein } ney's Atlas
6938.8	0.5	1441171	2		6946 Lecoq; 6940 Kirchhoff	Nein
6911.2	0.5	1446927	2		6913 Lecoq; 6916 Kirchhoff	Nein
5832.23	0.05	1714610	4		5831 Lecoq	Nein
5812.54	0.05	1720418	5	verbreitert nach	5812 Lecoq	Nein
5802.01	0.05	1723541	3	Roth	5801 Lecoq	Nein
5782.67	0.05	1729305	3		5783 Lecoq	Nein
5359.88	0.15	1865713	4		5353.6 Thalén	Nein
5343.35	0.15	1871485	5	verbreitert nach	5338.6 Thalén	Nein
5340.08	0.15	1872631	4	Roth	5334.5 Liveing & Dewar	Nein
5323.55	0.15	1878446	4		5322.6 Thalén	Nein
5112.68	0.20	1955921	5		5112 Lecoq	Nein
5099.64	0.20	1960923	5	verbreitert nach	5098 Liveing & Dewar	?
5097.75	0.20	1961650	6	Roth	5095 Lecoq	?
5084.49	0.20	1966766	5		5081 Lecoq	?
4965.5	1.0	2013896	6		4963 Lecoq	
4956.8	1.0	2017431	6	verbreitert nach	4956	?
4952.2	1.0	2019305	6	Roth	4950 Liveing & Dewar	
4943.1	1.0	2023022	6		4942	
(4870.8)		2053220			4870	
(4863.8)		2056175		(unscharf) von uns	4863 Liveing & Dewar	
(4856.8)		2059139		nicht gemessen	4856	
(4850.8)		2061686			4850	
(4808.8)		2079694			4808	
(4803.8)		2081859		(unscharf) von uns	4803 Liveing & Dewar	
(4796.8)		2084897		nicht gemessen	4796	
(4788.8)		2088380			4788	
(4759.8)		2101105		von uns nicht beobachtet	4759 Liveing & Dewar	
4047.36	0.03	2470746	3	umgekehrt	4045 Liveing & Dewar	Nein
4044.29	0.03	2472622	2		4042 Liveing & Dewar	Nein
3447.49	0.03	2900661	3	umgekehrt	3445.0 Liveing & Dewar	?
3446.49	0.03	2901503	2		3443.6 Liveing & Dewar	?
3217.76	0.03	3107752	4	umgekehrt	3216.5 Liveing & Dewar	
3217.27	0.03	3108225	3			
3102.37	0.1	3223342	5	umgekehrt	3101.0 Liveing & Dewar	
3102.15	0.1	3223571	4			
3034.94	0.1	3294958	4	umgekehrt	3033.0 Liveing & Dewar	
2992.33	0.15	3341877	5	umgekehrt	2992.0 Liveing & Dewar	
2963.36	0.2	3374616	6	umgekehrt	2963.4 Liveing & Dewar	
2942.8	1.0	3398125	6	umgekehrt	2942.0 Liveing & Dewar	

Die Linien des Kaliums erscheinen wesentlich schwerer, als die des Lithiums und Natriums; am leichtesten werden die Linien 4047, 4044 und 3447, 3446 sichtbar. Von den Quadrupeln im sichtbaren Spectrum erscheint das erste bei 5832 relativ leicht, während die mit kürzerer Wellenlänge nur bei Anwesenheit von viel Kalium kommen, dann stark verbreitert und in den letzten Gliedern von 4870 an doch nur sehr schwach sind. Diese letzten Quadrupel haben wir bei unseren Aufnahmen wieder nur als unmeſsbare Wische sichtbar erhalten, so daſs wir die Messungen von Liveing und Dewar haben übernehmen müssen.

Ganz besondere Mühe haben uns die kürzesten ultravioletten Linien gemacht; dieselben kehren sich um, ohne sich zu verbreitern. Während die meisten Linien durch Verbreiterung und Umkehrung im Negativ als heller Strich zwischen schwarzen Rändern erscheinen, wodurch sie sehr gut sichtbar und meſsbar sind, haben diese nicht verbreiterten Kaliumlinien keine dunklen Ränder und heben sich daher kaum merklich von dem schwachen continuirlichen Hintergrunde ab. Die letzte Linie haben wir trotz sehr zahlreicher Kalium-Aufnahmen nur einmal sicher erhalten, und daher ihre Fehlergrenze so hoch angegeben.

Von Lecoq, Huggins und Thalén sind im Funkenspectrum noch einige Linien beobachtet, welche weder Liveing und Dewar noch wir jemals im Bogenlicht gesehen haben. Wir müssen es dahin gestellt sein lassen, ob dies wirklich zu Kalium gehörige Linien sind, die höherer Temperatur entsprechen, oder ob sie, was wahrscheinlicher ist, von Verunreinigungen herrühren; einzelne scheinen zu Strontium zu gehören.

Lockyer gibt Kalium als sicher in der Sonne vorhanden an, weil er die Linien 4047 und 4044 unter den Fraunhofer'schen Linien gefunden zu haben glaubt[1]). Beide sind aber sicher nicht da; die ihnen zunächst liegenden Fraunhofer'schen Linien haben die Wellenlängen 4047.47, welches eine schwache Eisenlinie ist, und 4044.06, eine Manganlinie. In einer späteren Publication[2]) gibt Lockyer an, das hellste Quadrupel bei 5832 sei ebenfalls in der Sonne; er sagt: „two out

---

[1]) Lockyer, Studien zur Spectralanalyse, pag. 223.

[2]) Lockyer, Nature 24 (1881) pag. 399. Lockyer knüpft daran sogar weitgehende Schlüsse über Dissociation des Kaliums. Darüber siehe weiterhin.

of the three lines visible at all events are seen in the sun". Aus diesen Worten mufs man schliefsen, dafs Lockyer die beiden mittelsten Linien des Quadrupels, welche 10 Angström'sche Einheiten von einander entfernt sind, als eine gesehen hat, was auf sehr geringe Dispersion schliessen läfst; dafs er aber dann keine Vergleiche mit den Fraunhofer'schen Linien machen konnte, liegt wohl auf der Hand. Die beiden hellsten Quadrupel sind sicher nicht in der Sonne vorhanden; an den den schwächeren und ungenauer bestimmten Quadrupeln entsprechenden Stellen liegen zwar zum Theil Fraunhofer'sche Linien, dieselben haben aber ihren Intensitätsverhältnissen nach nichts mit Kalium zu schaffen. Also Kaliumlinien sind im Sonnenspectrum sicher nicht vorhanden.

IV. Rubidium.

Wellen-länge λ	Fehlergrenze	$\frac{1}{\lambda}$	Intensität	Bemerkungen	Frühere Messungen	Ob in der Sonne
7950.	5.0	1257862	1	breit, umgekehrt	7951 Lecoq	Nein } nach Abney's Atlas
7811.	5.0	1280246	1	breit, umgekehrt	7800 Lecoq	Nein } nach Abney's Atlas
6298.7	0.2	1587629	4	unscharf nach Roth	6296,7 Thalén	? 6298.65 (4)
6206.7	0.2	1611162	4	unscharf nach Roth	6204.2 Thalén	Nein
6159.8	0.2	1623429	6	unscharf nach Roth	6160.2 Thalén	Nein, 6159.7 ist Fe
6071.2	0.2	1647121	5	unscharf nach Roth	6070.2 Thalén, 6059 Lecoq	Nein
5724.41	0.15	1746905	3	unscharf nach Roth	5724 Lecoq	Nein, 5724.6 ist Fe
5654.22	0.15	1768591	5	unscharf nach Roth	} 5650 Lecoq	? 5654.10 (4)
5648.18	0.15	1770482	4	unscharf nach Roth	} 5650 Lecoq	Nein
5431.83	0.15	1841000	5	unscharf nach Roth	5429 Lecoq	Nein
5362.94	0.2	1864649	5	unscharf nach Roth	5359 Lecoq	? 5362.96 (5)
(5259.8)		1901213		} von uns nicht beobachtet	5259 Lecoq	
(5194.8)		1925002		} von uns nicht beobachtet	5194 Lecoq	
(5161.8)		1937309		} von uns nicht beobachtet	5161 Lecoq	
(5085.8)		1966259		} von uns nicht beobachtet	5085 Lecoq	
(5021.8)		1991318		} von uns nicht beobachtet	5021 Lecoq	
4215.72	0.03	2372074	3	umgekehrt	4216 Lecoq	Nein
4201.98	0.03	2379830	2	umgekehrt	4202 Lecoq	Nein
3591.74	0.05	2784166	4	umgekehrt	Neu	? 3591.63 (5)
3587.23	0.05	2787666	3	umgekehrt	Neu	?
3351.03	0.05	2984157	5	umgekehrt	Neu	? 3351.03 (6)
3348.86	0.05	2986091	4	umgekehrt	Neu	? 3348.80 (6)

Die Rubidiumlinien sind durchweg schwach und erscheinen ziemlich schwer, am leichtesten das violette Paar 4215 und 4202. Wirft man viel Substanz in den Kohlebogen, so werden die Linien mit gröfserer Wellenlänge merkwürdig unscharf und verwischt, namentlich nach der rothen Seite hin, so dafs sie genauer Messung nicht zugänglich sind. Lecoq hat einige schwache Linien mehr messen können, als wir, entweder wegen seiner geringeren Dispersion, oder wegen Benutzung der niedrigeren Temperatur der Bunsenflamme. Dagegen haben wir zwei weitere Paare im Ultraviolett gefunden, was, wie wir finden werden, von besonderem theoretischen Interesse ist. Thalén gibt noch drei Linien bei 4776.1, 4569.1, 4551.1, welche weder Lecoq noch wir haben beobachten können; wir halten sie für fremde Linien.

Nach Lockyer ist Rubidium wahrscheinlich in der Sonne, weil die Linie 4201.98 sich unter den Fraunhofer'schen Linien finden soll. Auch dies ist ein Irrthum: die nächsten Linien in Rowland's Atlas liegen bei 4201.85, Intensität 5, und bei 4202.18, Intensität 2. Die zweite Linie ist eine starke Eisenlinie, der Ursprung der ersten noch unbekannt, aber die Abweichung von unserer Rubidiumlinie viel gröfser, als die Fehlergrenze derselben, so dafs sie sicher nicht mit ihr identisch ist. Auch die benachbarte stärkere Linie des Paares 4215.72 findet sich nicht bei Rowland; die nächsten Linien sind dort: 4215.56, eine Eisenlinie, und 4215.66. Für diese Wellenlänge haben wir in unseren Strontiumaufnahmen eine starke Linie gefunden; da aber nach unserer bisherigen oberflächlichen Durchsicht die Anwesenheit der Strontiumlinien im Sonnenspectrum durchaus nicht sicher ist, müssen wir den Ursprung dieser Sonnenlinie vorläufig unentschieden lassen; jedenfalls ist es nicht die Rubidiumlinie. Auch die starken längsten Linien sind nach Abney's Sonnenspectrum nicht in der Sonne. Einzelne schwächere Linien finden angenähert Vertretung im Sonnenspectrum, aber das Gesammtbild führt auch hier zum Schlufs: die Rubidiumlinien finden sich nicht unter den Fraunhofer'schen Linien.

V. Caesium.

Wellenlänge λ	Fehlergrenze	$\frac{1}{\lambda}$	Intensität	Bemerkungen	Frühere Messungen	Ob in der Sonne
6973.9	5.0	1433918	3	unscharf nach Roth	6975 Lecoq	Nein
6723.6	5.0	1487298	2	unscharf nach Roth	6723 Lecoq	Nein
6213.4	0.5	1609425	5	unscharf nach Roth	6219 Lecoq	Nein, 6213.5 ist Fe
6010.6	0.3	1663727	4	unscharf nach Roth	6007 Lecoq	Nein
5845.1	0.5	1710835	4	unscharf nach Roth	5850 Lecoq	? 5845.2 (6)
5664.0	0.5	1765537	3	unscharf nach Roth	5662 Lecoq	? 5664.25
5635.1	0.5	1774591	4	unscharf nach Roth	5637 Lecoq	Nein
5579.3	0.5	1792340	6	unscharf nach Roth	5572 Lecoq	Nein
(5501.9)		1817554		von uns nicht beobachtet	5501 Lecoq	
5465.8	0.1	1829558	5	unscharf nach Roth	5464 Lecoq	Nein
(5410.9)		1848121		von uns nicht beobachtet	5410 Lecoq	
(5345.9)		1870592			5345 Lecoq	
(5310.8)		1882955			5310 Lecoq	
(5257.8)		1901936			5257 Lecoq	
4593.34	0.05	2177065	3	umgekehrt	4592.2 Lockyer	? 4593.31 (6)
4555.44	0.05	2195178	2	umgekehrt	4554.9 Lockyer	Nein
3888.83	0.1	2571467	4	umgekehrt	Neu	
3876.73	0.1	2579494	3	umgekehrt	Neu	
3617.08	0.3	2764661	5	umgekehrt	Neu	
3611.84	0.2	2768672	4	umgekehrt	Neu	

Die Linien des Caesiums erscheinen am schwersten und schwächsten von allen Alkalien; nur wenige Secunden nach Einbringen neuer Substanz in den Kohlebogen sind sie deutlich sichtbar. Am stärksten erscheint das blaue Paar bei 4593 und 4555, welches sich auch, ebenso wie das nächste ultraviolette Paar, stets umkehrt. Auch bei Caesium haben wir einige Linien nicht gesehen, welche Lecoq aufführt; wir haben diejenigen, welche wir sicher für richtig halten, in die Tabelle aufgenommen. Lecoq gibt noch einige Linien, nämlich 6602, 6465, 6361, deren Zugehörigkeit zu Caesium uns nicht sicher erscheint. Thalén gibt 4971.7, welches zu Lithium gehört, wie schon Liveing und Dewar bemerkt haben. Letztere führen noch 5990 auf, welches wir niemals gesehen haben; vielleicht ist es identisch mit 6010.

Im Ultraviolett haben wir zwei neue Paare gefunden; vom zweiten Paar ist freilich die schwächere Linie nicht ganz sicher. Wir haben auch noch Andeutungen eines dritten Paares gefunden, welches wir aber wegen mangelnder Zuverlässigkeit nicht in die Tabelle aufnahmen. Die Intensität der Paare nimmt so schnell ab, dafs man zu grofse Mengen Caesium-Salz gebrauchen würde, um weitere Paare sicher zu finden. Überhaupt ist unsere Einrichtung ungeeignet, um neue Linien zu suchen; dazu sind Gitter, namentlich von so grofser Dispersion, zu lichtschwach; ein kleines durch Quarzprisma erzeugtes Spectrum würde hier viel bessere Dienste leisten.

Auch das Caesium soll nach Lockyer wahrscheinlich in der Sonne sein, weil die Linien 4593 und 4555 sich unter den Fraunhofer'schen Linien fänden; doch spricht sich Lockyer im Fall des Caesiums nicht so bestimmt aus. An der Stelle der stärkeren Linie 4555 zeigt Rowland's Atlas sicher keine Linie; bei 4593.31 liegt wohl eine sehr schwache Linie, doch ist es sehr wenig wahrscheinlich, dafs diese Linie mit Caesium etwas zu thun habe, weil gerade die stärkere Linie nicht im Sonnenspectrum erscheint. Auch die übrigen stärkeren Linien sind im Atlas nicht zu finden; wenn in der Gegend einiger Caesiumlinien uns noch unbekannte Fraunhofer'sche Linien liegen, so will das nichts besagen. Wir können also auch hier aussprechen: die Caesiumlinien sind im Sonnenspectrum nicht vorhanden.

§ 8. Überblickt man die gefundenen Resultate, so treten sehr auffallende Gesetzmäfsigkeiten in den Spectren der Alkalien hervor. Nach wachsendem Atomgewicht geordnet folgen Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium, Caesium; dies ist auch die Reihenfolge der Leichtigkeit des Erscheinens der Linien, so dafs Lithium und Natrium fast überall auftreten, Caesium nur mit grofser Mühe heraus zu bringen ist. In allen Fällen gehören die ultravioletten oder blauen Linien zu den am leichtesten erscheinenden.

Eine zweite sehr wichtige Regelmäfsigkeit ist dadurch hervorgetreten, dafs es uns gelungen ist, auch für Rubidium und Caesium ultraviolette Serien zu finden, was für Lithium, Natrium, Kalium schon durch Liveing und Dewar geschehen war. Wir sehen jetzt, dafs alle Alkalien unscharfe Gruppen im sichtbaren Theil des Spectrums besitzen, und

alle eine scharfe, leicht umkehrbare Serie von Doppellinien (nur Lithium hat einfache Linien) im Ultraviolett. Ferner tritt es sehr auffallend hervor, wie mit wachsendem Atomgewicht diese Serien nach gröfseren Wellenlängen rücken, welche Bemerkung schon Lecoq gemacht hat; die letzten beobachteten Linien sind: für Lithium 2394, für Natrium 2512, für Kalium 2942, für Rubidium 3348, für Caesium 3611. Ebenso deutlich ist es, wie der Abstand der ultravioletten Linienpaare wächst mit steigendem Atomgewicht: während bei Lithium die Linien einfach erscheinen, haben wir bei Natrium schon enge Paare, um schliefslich bei dem blauen Caesiumpaar 4593 und 4555 einen Abstand von beinahe 40 Angström'schen Einheiten zu erhalten.

Das sind einige wenige Punkte, welche bei oberflächlicher Betrachtung und Vergleichung der Spectren sofort in die Augen fallen. Ungleich interessanter aber werden die Resultate, wenn man die Linien der Rechnung unterwirft, sie mittelst der früher von uns gegebenen Formel in Serien zusammenfafst; dann tritt in auffallendster Weise der gesetzmäfsig übereinstimmende Bau der Spectren der Alkalien heraus. Wir wollen nun zu diesen Betrachtungen übergehen.

§ 9. Die Ansicht, dafs die Wellenlängen eines Spectrums wie die Wellenlängen der Töne eines schwingenden Körpers durch Gesetze unter einander zusammenhängen müssen, findet man wohl schon so lange vertreten, als es eine Spectralanalyse giebt. Man dachte zunächst an die Reihe der harmonischen Obertöne einer schwingenden Saite und untersuchte demgemäfs die Verhältnisse der Wellenlängen eines Spectrums. Es fanden sich auch Wellenlängen, welche sich wie ganze Zahlen zu einander verhielten, die immerhin bei der Genauigkeit der Messung klein genannt werden konnten. Allein Schuster[1]) zeigte für die Spectra von Magnesium, Natrium, Kupfer, Barium, Eisen, dafs unter den Quotienten je zweier Wellenlängen desselben Spectrums Brüche, deren Zähler und Nenner klein sind, nicht in stärkerer Zahl auftreten als nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu erwarten ist[2]).

---

[1]) Schuster, Proc. of the Roy. Soc. 31. 1880—81 pag. 337—347.

[2]) Für das Spectrum des Eisens machte er die Rechnung am vollständigsten und fand, dafs echte Brüche, deren Nenner kleiner als 70 in etwas geringerer Anzahl,

Diese Überlegung scheint dem Suchen nach harmonischen Verhältnissen ein Ziel gesetzt zu haben. Dennoch blieb die Entdeckung Stoney's[1]) auffallend, dafs die Schwingungszahlen von drei Hauptlinien des Wasserstoffs H_α, H_β, H_δ sich sehr genau wie 20 : 27 : 32 verhalten. Diese Verhältnisse ergeben sich als besondere Fälle aus einem allgemeineren Gesetze, welches Balmer aufstellte[2]). Darnach sind die Wellenlängen der Hauptlinien dem Ausdruck $\frac{n^2}{n^2-4}$ für $n = 3, 4, 5, 6$ proportional. Dies überraschende Resultat gewann eine weit gröfsere Bedeutung, als es sich zeigte, dafs dieselbe Formel auch für die folgenden ganzzahligen Werthe von $n = 7$ bis $n = 16$ Wellenlängen des Wasserstoffspectrums mit grofser Genauigkeit darstellt.

Von einer anderen Seite war schon vor der Entdeckung Balmer's eine Zusammengehörigkeit der Wellenlängen in mehreren Spectren aufgezeigt worden. Liveing und Dewar[3]) hatten auf die Serien von Linien aufmerksam gemacht, welche besonders im Ultraviolett, z. B. im Spectrum von Lithium, Kalium, Natrium, Calcium, Thallium und anderen Elementen auftreten und offenbar gesetzmäfsig gelagert sind. Der Abstand von zwei auf einander folgenden Linien wird mit abnehmender Wellenlänge kleiner und kleiner, und es scheinen sich die Linien einer Grenze asymptotisch zu nähern. Auch Cornu[4]) hat solche Serien bemerkt und eine numerische Beziehung zwischen Linien im Spectrum des Thalliums und Aluminiums und der Serie der Wasserstofflinien aufgestellt. Als die Balmer'sche Formel uns bekannt wurde, haben wir versucht, sie auf andere Elemente auszudehnen. Stellt man durch die Balmer'sche Formel statt der Wellenlängen die Schwingungszahlen als Function von n dar (wo n die Reihe der ganzen Zahlen durchlaufen soll), so erhält man hierfür die Form

$$a - 4an^{-2}.$$

---

und solche, deren Nenner zwischen 70 und 100 in etwas gröfserer Anzahl vertreten sind als zu erwarten ist.

[1]) Stoney, Phil. Mag. (4) 41. p. 291—296.

[2]) Balmer, Wied. Ann. 25 pag, 80—87.

[3]) Liveing und Dewar, Phil. Trans. 1883 pag. 213, 214; auch schon in früheren Publicationen.

[4]) Cornu, Comptes rendus 100 p. 1181 (1885).

Es liegt nahe die erweiterte Form

$$A + Bn^{-1} + Cn^{-2}$$

oder

$$A + Bn^{-2} + Cn^{-4}$$

zu versuchen. Von vorne herein ist einzusehen, dafs jede solche Function mit wachsendem n sich einer Grenze asymptotisch nähern wird, und bei passenden Verhältnissen der Constanten wird auch der Unterschied von zwei auf einander folgenden Werthen kleiner und kleiner, wie es bei den Serien von Liveing und Dewar sein sollte. Es zeigte sich auch, dafs diese Serien durch die allgemeinere Formel bei passender Wahl der Constanten mit grofser Genauigkeit dargestellt werden konnten. Wir legten diese Resultate der Brit. Ass. for the adv. of sc. auf ihrer Versammlung in Bath im Jahre 1888 vor und ein Auszug aus dem Vortrag ist in den Verhandlungen der Gesellschaft abgedruckt[1]). Am meisten interressirten uns die Fragen, ob die Formeln auch noch bei genaueren Messungen ihre Gültigkeit behalten würden, ob auch die weiteren durch die Formel gelieferten Wellenlängen zu beobachten wären, ob in allen Elementen die Linien sich zu Serien ordnen liefsen, die alle Linien aufnähmen, endlich ob zwischen den Constanten der Formeln verschiedener Elemente sich Beziehungen auffinden lassen würden. Indessen erforderte die genauere Messung so viel vorbereitende Arbeiten, dafs wir erst jetzt in der Lage sind für die Spectren der Alkalien diese Fragen zu discutiren.

Wir haben die Form $A + Bn^{-2} + Cn^{-4}$ als die bessere erkannt. Der Unterschied der beiden ist jedoch in manchen Fällen nicht grofs. Nach unseren neuen Messungen gibt aber auch dieser Ausdruck nur eine Näherungsformel. Wahrscheinlich ist die Schwingungszahl nichts weiter als eine Function von n, welche sich nach negativen Potenzen von n^2 in eine stark convergirende Reihe entwickeln läfst. Von dieser Reihe genügen die ersten drei Glieder um ihren Werth mit bemerkenswerther Genauigkeit darzustellen.

Man könnte hier einwenden, dafs bei drei willkürlichen Constanten jede beliebige Formel zu einiger Übereinstimmung mit den Messungen von etwa acht Linien gebracht werden könnte. Das ist auch richtig.

---

[1]) Rep. of the Brit. Ass. for the adv. of sc. 1888 pag. 576.

Es fragt sich nur, mit welcher Genauigkeit man sich zufrieden geben will. Dafs die Genauigkeit unserer Formeln erheblich gröfser ist, als diejenige anderer mit der gleichen und selbst einer gröfseren Zahl von willkürlichen Constanten, ist unten an einem Beispiele gezeigt. Es sind dort die Wellenlängen der violetten Kaliumserie durch die Formel $a + bn + cn^2 + dn^3$ dargestellt. Wenn man die Constanten so bestimmt, dafs die Formel für $n = 1, 3, 5, 7$ die erste, dritte, fünfte, siebente Linie der Serie darstellt, so weicht z. B. bei der zweiten Linie die Rechnung über 60 Mal so viel von der beobachteten Wellenlänge ab, als die gröfste Abweiweichung bei unserer Formel beträgt. Mit dieser gröfseren Genauigkeit hängt es zusammen, dafs man unsere Formeln extrapoliren kann, ohne wenigstens nach dem brechbareren Ende des Spectrums viel an Genauigkeit einzubüfsen. Wir haben auf diese Weise die brechbareren bisher noch nicht beobachteten Natriumlinien zuerst berechnet und nachträglich an der berechneten Stelle gefunden. Auch andere Umstände haben uns in der Überzeugung bestärkt, dafs unsere Ausdrücke weiter reichen als empirische Formeln es im Allgemeinen thun. Indessen läfst sich das besser besprechen, nachdem die einzelnen Serien durchgenommen sind. Eine Bemerkung von V. A. Julius[1]) haben wir bestätigt gefunden, dafs bei vielen Linienpaaren eines Elements die Differenz der Schwingungszahlen die gleiche zu sein scheint. In unseren Formeln zeigt sich dies in dem Umstande, dafs sie paarweise auftreten mit nahezu gleichen Werthen für die zweite und dritte Constante. Bei den Alkalien gilt dies aber nur von den Serien, welche im sichtbaren Theil des Spectrums verlaufen. Bei den Formeln, welche die im Ultravioletten endigenden Serien von Linienpaaren darstellen, haben dagegen die ersten uud zweiten Constanten nahezu übereinstimmende Werthe, so dafs die Differenz der Schwingungszahlen näherungsweise der vierten Potenz von n umgekehrt proportional ist. Die Erklärung, welche Julius für das von ihm bemerkte Gesetz abgibt, lassen wir dahingestellt.

---

[1]) Julius, over de lineaire spectra der elementen en over de dubbellijnen in de spectra von Natrium, Magnesium en Aluminium. Amsterdam 1888. In dieser Abhandlung findet man eine objective und vollständige Besprechung aller Versuche, Beziehungen zwischen den Linien eines Spectrums und zwischen verschiedenen Spectren aufzustellen.

Während wir die vorliegende Arbeit zusammenstellten, erschien in den Comptes Rendus (110 p. 394—397, 1890) eine Note von Rydberg, welche eine demnächst erscheinende Arbeit über die Spectren der ersten drei Gruppen des Mendelejeff'schen Systems ankündigt und einige Ergebnisse seiner Untersuchungen angibt. Rydberg hat ebenfalls seine Aufmerksamkeit auf die Serien gerichtet und hat für die Schwingungszahlen die Formel

$$A + B(n+\mu)^{-2}$$

aufgestellt, wo n die Reihe der ganzen Zahlen durchläuft und μ durch passende Wahl des Anfangswerthes von n zwischen $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ gelegt werden kann. Diese Formel läfst sich in eine convergirende Reihe nach fallenden Potenzen von n entwickeln, deren erste drei Glieder sind:

$$A + Bn^{-2} - 2\mu Bn^{-3}.$$

In den ersten beiden Gliedern stimmt diese Formel mit der unserigen überein. Durch passende Wahl von A, B und μ läfst sich auch mit Rydberg's Formel ein bemerkenswerther Anschlufs an die Beobachtungen erreichen. Wir haben sie indessen nicht besser als unsere Formel gefunden. Das Wesentliche besteht nach unserer Ansicht darin, dafs man 3 Glieder der Entwickelung nach fallenden Potenzen von n hat, sei es $A + Bn^{-2} + Cn^{-3}$ oder $A + Bn^{-2} + Cn^{-4}$ oder selbst $A + Bn^{-1} + Cn^{-2}$. Im Übrigen kann man jedenfalls noch eine grofse Anzahl von Formen finden, die nahezu dasselbe leisten. Für Kalium haben wir Rechnungen mit Rydberg's Formel ausgeführt und die Resultate mit den unserigen verglichen. Vor Allem interessirte uns die Bemerkung von Rydberg, dafs die Gröfse B in seiner Formel für alle Elemente denselben Werth -109721.6 hat (wenn die Schwingungszahlen oder vielmehr, was auch wir immer statt der Schwingungszahlen einführen, die reciproken Wellenlängen fünfzifferig geschrieben werden). Wir haben diese Bemerkung nicht bestätigt gefunden. Für Kalium wird wenigstens ein wesentlich besserer Anschlufs durch die Rydberg'sche Formel erreicht, wenn B passend geändert wird. Indessen müssen wir hervorheben, dafs Rydberg insofern Recht hat, als der Coëfficient B nicht sehr grofse Änderungen erleidet. Die zweite Constante unserer Formeln, welche dem B der Rydberg'schen entspricht, schwankt in den sämmtlichen Serien um nicht mehr als etwa 22 Procent.

§ 10. Wir wenden uns nun zu den einzelnen Serien, um nachher zu den allgemeinen Bemerkungen zurückzukehren.

Lithium.

Beim Lithium haben Liveing und Dewar auf die regelmäfsige Lage der Linien aufmerksam gemacht. In der That bilden sie nach unseren Formeln drei Serien. Wir unterscheiden in den Serien jedes Elements eine Hauptserie und mehrere Nebenserien (vgl. die Tafel). Bei allen Alkalien geht die Hauptserie vom rothen Ende des Spectrums bis ins Ultraviolett. Sie besteht aus leicht umkehrbaren, scharfen Linien, enthält die hellsten Linien des Elements und diejenigen, welche am leichtesten erscheinen, also „lange Linien" in Lockyer's Bezeichnungsweise. Sie ist also besonders charakteristisch für die Anwesenheit der Substanz und daher nennen wir sie Hauptserie. Bei den übrigen Alkalien aufser Lithium sind die Linien der Hauptserie doppelt.

Die Genauigkeit, mit welcher die Rechnung sich den Beobachtungen anschliefst, tritt beim Lithium am deutlichsten in der Hauptserie hervor, welche die meisten Linien enthält. Berechnet man die drei Constenten aus den drei ultravioletten Linien für $n = 3, 4, 5$, so erhält man die Formel

$$10^8 \lambda^{-1} = 43513.94 - 111742.2 n^{-2} - 13361 n^{-4}$$

(wo λ die Wellenlänge bedeutet). Extrapolirt man nun diese Formel für $n = 6$ bis $n = 10$, so erhält man:

n	berechnet	beobachtet	Differenz	Beobachter
3	3232.77	zur Berechnung der Constanten benutzt		Kayser u. Runge
4	2741.39			
5	2562.60			
6	2475.27	2475.13	−0.14	
7	2425.54	2425.55	+0.01	
8	2394.37	2394.54	+0.17	
9	2373.48	2373.9	+0.4	Liveing u. Dewar
10	2358.76	2359.4	+0.6	

Nahezu dieselbe Genauigkeit ergibt sich, wenn die Ordnungszahlen nicht $n = 3$ bis 10, sondern $n = 4$ bis 11 sind.

n	berechnet	beobachtet	Differenz
4	3232.77	zur Berechnung der Constanten benutzt	
5	2741.39		
6	2562.60		
7	2475.33	2475.13	—0.20
8	2425.56	2425.55	—0.01
9	2394.25	2394.54	+0.29
10	2373.15	2373.9	+0.75
11	2358.22	2359.4	+1.18

Dabei ist:

$$10^8 \lambda^{-1} = 43584.73 - 133669\, n^{-2} - 1100084\, n^{-4}.$$

Warum wir diese zweite Formel vorziehen, obgleich sie sich nicht so gut an die Beobachtungen anschliefst, wird sich später zeigen.

Es wird nicht behauptet werden können, dafs man mit einer beliebigen Formel, welche 3 Constanten enthält, dieselbe Genauigkeit erreichen würde. Der Abstand der Linie 2475.13 von der nächsten unter den drei Linien, welche zur Bestimmung der Constanten benutzt sind, beträgt 87.43. Die Rechnung liefert sie bis auf 0.14 genau also bis auf 16 Zehntausendstel dieses Abstandes. Setzt man dagegen versuchsweise $\lambda = a + bn + cn^2$ und bestimmt a, b, c aus der Bedingung, dafs λ für drei auf einander folgende Werthe von n gleich den Wellenlängen der ersten drei ultravioletten Linien sein soll, so erhält man für den nächstfolgenden Werth von n statt 2475.13: $\lambda = 2696.40$, ein Werth, der nicht einmal auf der richtigen Seite der dritten Wellenlänge liegt.

Die Extrapolation für gröfsere Werthe von n gelingt also nach unserer Formel gut. Weniger gute Ergebnisse liefert dagegen die Extrapolation nach der anderen Seite. Die erste Formel ergibt für $n = 2$: 6782.7, für $n = 1$ dagegen überhaupt keinen positiven Werth, so dafs $n = 2$ der kleinste Werth von n ist, dem ein positiver Werth der Formel entspricht, zugleich der kleinste positive Werth, welchen die Formel für ganzzahlige Werthe von n annimmt. Die zweite Formel liefert den ersten positiven Werth für $n = 3$: $\lambda = 6600.08$. Be-

rücksichtigt man die weite Extrapolation, so kann man nicht zweifelhaft sein, daſs eigentlich die Wellenlänge der rothen Lithiumlinie 6708.2 herauskommen sollte und nur die Formeln fehlerhaft sind. In der That würde ja auch eine Änderung der Constanten sich für den kleinsten Werth von n am meisten fühlbar machen, weil hier n^{-2} und n^{-4} die gröſsten Werthe haben. Versucht man indessen die rothe Linie und die Serie der violetten bei Bestimmung der Constanten zu berücksichtigen, so werden die Unterschiede der berechneten und beobachteten Wellenlängen wesentlich gröſser als ohne Berücksichtigung der rothen Linie. Die folgende Formel ist mit der Methode der kleinsten Quadrate berechnet worden, wobei jeder Linie nach der Genauigkeit ihrer Messung ein verschiedenes Gewicht beigelegt wurde. Die Genauigkeit der beiden letzten nur von Liveing und Dewar beobachteten Wellenlängen haben wir gleich derjenigen unserer letzten Linie angenommen.

$$10^8 \lambda^{-1} = 43519.3 - 112186 n^{-2} - 9069 n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
2	6708.7	6708.2	−0.5
3	3231.9	3232.8	+0.9
4	3741.6	2741.4	−0.2
5	2562.8	2562.6	−0.2
6	2475.5	2475.1	−0.4
7	2425.7	2425.6	−0.1
8	2394.4	2394.5	+0.1
9	2373.4	2373.9	+0.5
10	2358.7	2359.4	+0.7

Wir halten auch diese Übereinstimmung noch für bemerkenswerth, obwohl die Unterschiede zwischen den berechneten und beobachteten Werthen weit über die möglichen Grenzen unserer Beobachtungsfehler hinausfallen. Wir glauben hieraus den Schluſs ziehen zu müssen, daſs in Wahrheit noch weitere negative Potenzen von n oder n^2 hinzutreten. Diese würden sich für den kleinsten Werth von n am stärksten bemerkbar machen. So wäre z. B. ein Glied mit n^{-6} für $n = 2$ etwa 12 Mal gröſser als für $n = 3$. Es scheint uns indessen ohne Werth noch ein weiteres Glied in die Formel aufzunehmen. Schon der Coëfficient von n^{-4} ist nur

ungenau bestimmbar. Er kann zwischen weiten Grenzen schwanken, wenn seine Änderung durch Änderungen der ersten beiden Constanten compensirt wird, ohne die von der Formel gegebenen Schwingungszahlen erheblich zu beeinflussen. Das würde in noch höherem Maſse von dem Coëfficienten von n^{-6} gelten (vergl. Note I am Ende dieser Abhandlung). —

Man könnte sagen, daſs unsere Formel auſser den drei Constanten noch eine vierte Willkürlichkeit darin besitzt, daſs man ja die Ordnungszahl der ersten Linie beliebig wählen kann. Diese Willkürlichkeit ist in der That vorhanden; aber nur in geringem Maſse. Denn es zeigt sich, daſs immer nur niedrige Werthe von n die erste Linie liefern und daſs der niedrigste Werth von n, für welchen die Formel noch einen positiven Werth liefert, der ersten wirklich gemessenen Linie der Serie entspricht, wenn die betreffende Wellenlänge nicht etwa ins Ultrarothe fällt. Endlich bestätigt der Vergleich der Spectra aller Alkalien die Richtigkeit der gewählten Ordnungszahlen.

Die Serien des sichtbaren Theils, die wir Nebenserien nennen, bestehen die eine aus sieben, die andere nur aus vier Linien. Die erste Nebenserie wird von den Linien gebildet, welche meistens umgekehrt erscheinen und sich nach beiden Seiten stark verbreitern. Man findet, wenn man die Constanten aus den ersten drei Linien für $n = 3, 4, 5$ bestimmt:

$$10^8 \lambda^{-1} = 28586.74 - 109625.5 n^{-2} - 1847 n^{-4}.$$

Die Werthe der Formel sind in der folgenden Tabelle enthalten:

n	berechnet	beobachtet	Differenz
3	6103.77	zur Berechnung der Constanten benutzt	
4	4602.37		
5	4132.44		
6	3915.40	3915.2	−0.20
7	3795.25	3794.9	−0.35
8	3721.15	3718.9	−2.25
9	3672.01	3670.6	−1.41

Die letzten drei Linien haben wir nicht umgekehrt erhalten können. Sie sind sehr breit und verwaschen und bei ihrer Messung sind Fehler von 5 Angström'schen Einheiten nicht ausgeschlossen.

Die zweite Nebenserie besteht aus den vier Linien, welche sich nur nach der weniger brechbaren Seite hin verbreitern. Für $n = 4, 5, 6$ geben die ersten drei Linien

$$10^8 \lambda^{-1} = 28666.69 - 122391 n^{-2} - 231700 n^{-4}$$

und man erhält die Werthe

n	berechnet	beobachtet
4	4972.11	zur Bestimmung der Constanten benutzt
5	4273.44	
6	3985.94	
7	3835.47	3838.3

Zwar würde man bei den Ordnungszahlen 3, 4, 5, 6 einen besser mit der Messung übereinstimmenden Werth für die vierte Linie bekommen. Aber die Werthe der Constanten würden nicht mit denen aller übrigen Formeln harmoniren. Für $n = 3$ liefert die Formel $\lambda = 8192$. Die Messung 3838.3 kann wohl einen Fehler von mehreren Angström'schen Einheiten haben, da die Linie in die Cyanbande fällt und schlecht zu sehen ist. Dafs sie zu grofs gemessen wird, ist wahrscheinlicher als das Gegentheil, weil sie sich nach der Analogie mit den übrigen Linien der Serie zu urtheilen wahrscheinlich nach der weniger brechbaren Seite hin verbreitert. Liveing und Dewar geben 3862.3, in einer früheren Publication aber 3838 an, wie schon oben erwähnt wurde.

Das Spectrum des Lithium erweist sich also zusammengesetzt aus drei Serien, und es ist wichtig, hervorzuheben, dafs durch sie alle Linien des Lithiums untergebracht werden. Der Werth der Zerlegung in Serien wird dadurch bedeutend gesteigert. Blieben zahlreiche Linien übrig, so würde man sich vom Eindruck einer gewissen Willkür nicht frei machen können, namentlich bei linienreichen Spectren. So aber, wo alle Linien sich an den drei Serien betheiligen, jede Serie in allen Linien ihren bestimmten Charakter trägt, nämlich die Hauptserie scharf und leicht umkehrbar, die erste Nebenserie stark verbreitert und umkehrbar, die zweite Nebenserie einseitig verbreitert und nicht umkehrbar ist, wo ferner in jeder Serie die Intensität in regelmäfsiger Weise abnimmt mit der Wellenlänge, da wird es zweifellos, dafs diese Zerlegung keine willkür-

liche, sondern eine von den Thatsachen geforderte ist. Noch evidenter erweist sich dies dadurch, dafs die vier anderen Alkalien ein ähnliches Verhalten zeigen.

Natrium.

Das Spectrum des Natriums zeigt eben so wie Lithium eine Hauptserie im Ultraviolett, von der aber bis jetzt nur eine Doppellinie bei 3303.1 und 3302.5 und drei weitere einfache Linien bekannt waren, und Nebenserien im sichtbaren Theil (vergl. die Tafel). Bestimmt man für die Hauptserie die drei Constanten unserer Formel aus den Linien 3303.07, 2852.91, 2680.46, indem man die Ordnungszahlen 4, 5, 6 für sie annimmt, so erhält man

$$10^8 \lambda^{-1} = 41542.51 - 130233 n^{-2} - 800791 n^{-4}.$$

Für $n = 4$ bis 9 liefert die Formel

n	berechnet	beobachtet	Differenz
4	3303.07	zur Berechnung der Constanten benutzt	
5	2852.91		
6	2680.46		
7	2593.95	2593.98	+0.03
8	2543.75	2543.85	+0.10
9	2511.77	2512.23	+0.46

Nimmt man statt 3303.07 die andre Linie des Paares 3302.47, so ergibt sich

$$10^8 \lambda^{-1} = 41550.33 - 130710 n^{-2} - 793751 n^{-4}$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
7	2593.89	2593.98	+0.09
8	2543.61	2543.85	+0.24
9	2511.58	2512.23	+0.65

Wir vermuthen darnach, dafs alle diese Linien in Wahrheit doppelt sind, aber schon von $n = 5$ an so eng, dafs sie nicht getrennt werden konnten. Berechnet man nun die Wellenlänge, welche $n = 3$ ent-

spricht, so ergeben sich die beiden Werthe 5818.7 und 5804.6, während für $n = 2$ keine positiven Werthe mehr herauskommen. Wir nehmen keinen Anstand zu behaupten, dafs diese beiden Zahlen den *D*-Linien entsprechen, obwohl die Abweichungen beträchtlich sind. Aber man mufs bedenken, dafs die übrigen Natriumlinien aufser dem Paar 5670 und 5676 anderen Serien angehören, von denen sogleich die Rede sein wird, und dafs die Abweichungen weniger als $3\frac{1}{2}$ pCt. der Entfernung von 3303 betragen. Dazu kommt, dafs die Änderungen der Constanten für den kleinsten Werth von n die stärkste Wirkung haben, wie schon bei der Hauptserie im Lithiumspectrum bemerkt wurde. Es liegt daher nahe, eine neue Formel mit Berücksichtigung der *D*-Linien zu berechnen.

Man erhält durch Methode der kleinsten Quadrate

$$10^8 \lambda^{-1} = 41496.34 - 127040\, n^{-2} - 843841\, n^{-4}$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz	Bemerkungen
3	5895.2	5896.16	+1.0	
4	3304.7	3303.07	−1.6	Die Wellenlängen
5	2851.9	2852.91	+1.0	sind hier ihren
6	2679.8	2680.46	+0.7	Quadraten propor-
7	2593.9	2593.98	+0.1	tional berücksich-
8	2544.2	2543.85	−0.4	tigt worden.
9	2512.6	2512.23	−0.4	

Für die brechbareren Linien der beiden Paare ist die Rechnung nicht durchgeführt, weil eben nur zwei Paare beobachtet sind. Wir werden hier durch die Gröfse der Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung zu demselben Schlufs geführt wie beim Lithium. Es fehlt der Formel ein weiteres Glied, welches für $n = 3$ einen erheblich gröfseren absoluten Betrag haben müfste, als für die folgenden Zahlen. Es müfste die Schwingungszahl verkleinern, ebenso wie bei der zweiten Formel für die Hauptserie des Lithiums, und daher in die Formel für λ^{-1} negativ eingehen, wie das zweite und dritte Glied. Die Differenzen der Schwingungszahlen der beiden Paare verhalten sich wie 172 zu 55, also nahezu umgekehrt wie die vierten Potenzen ihrer Ordnungszahlen 3 und 4. Denn es ist $172 \times 81 = 13932$ und $55 \times 256 = 14080$. Wir vermuthen daher, dafs die sämmtlichen Linien doppelt sind und dafs die beiden For-

meln, welche die brechbaren und weniger brechbaren Linien der Paare darstellen, in den ersten beiden Constanten übereinstimmen.

Da die kleineren Wellenlängen von dem in der Formel vermuthlich fehlenden Gliede am wenigsten beeinflufst werden, so hat es einen Sinn aus diesen allein eine Formel zu berechnen, bei der die Messungen nach ihrer Genauigkeit berücksichtigt sind. Man erhält:

$$10^8 \lambda^{-1} = 41536.81 - 129985 n^{-2} - 803301 n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
4	3303.07	3303.07	0.00
5	2852.89	2852.91	+0.02
6	2680.51	2680.46	−0.05
7	2594.07	2593.98	−0.09
8	2543.90	2543.85	−0.05
9	2511.96	2512.23	+0.27

Im sichtbaren Theil des Natriumspectrums verlaufen 4 Serien, von denen je zwei eine Serie von Paaren bilden. Sie unterscheiden sich augenfällig in eine Serie von schärferen und eine Serie von unschärferen Paaren.

Die Serie der schärferen Paare gibt die folgenden beiden Formeln, wenn die Wellenlängen für $n = 4, 5, 6$ zur Berechnung der Constanten benutzt werden:

$$10^8 \lambda^{-1} = 24549.12 - 120726 n^{-2} - 197891 n^{-4}$$
$$10^8 \lambda^{-1} = 24565.83 - 120715 n^{-2} - 197935 n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
4	6161.15 6154.62	zur Berechnung der Constanten benutzt	
5	5153.72 5149.19		
6	4752.19 4748.36		
7	4544.86 4541.36	4546.03 4542.75	+1.2 +1.4
8	4421.95 4418.65	4423.7 4420.2	+1.7 +1.6
9	4342.44 4339.27	4343.7	+1.3

Für $n = 3$ geben die Formeln 11504.8 und 11481.8. Becquerel hat bei 11420 eine Natriumlinie beobachtet, welche vermuthlich mit dem berechneten Paar identisch ist. Dafs er sie nicht doppelt gesehen hat, kann nicht Wunder nehmen. Auch eine von Abney 8199 und 8187 bestimmte Doppellinie der unschärferen Serie hat Becquerel nur einfach gesehen. Wir glauben, dafs die zweiten Constanten und ebenso die dritten Constanten in beiden Formeln eigentlich gleich sein müfsten und dafs die Unterschiede von den Beobachtungsfehlern herrühren. Nimmt man diefs als richtig an, so würde nach den Formeln die Differenz der Schwingungszahlen bei allen Paaren der Serie die gleiche sein. Das trifft allerdings zu, wie schon Julius bemerkt hat. Die Unterschiede der reciproken Wellenlänge (auf 6 Stellen berechnet) sind:

n	
4	172
5	171
6	170
7	159
8	179

Die Einheit der letzten Stelle entspricht 2 bis 4 Hundertsteln einer Angström'schen Einheit.

Die Serie der unscharfen Paare hebt mit den beiden von Abney gemessenen Linien 8199 und 8187 an.

$$10^8 \lambda^{-1} = 24475.34 - 110065\, n^{-2} - 4148\, n^{-4}$$
$$10^8 \lambda^{-1} = 24494.84 - 110153\, n^{-2} - 3487\, n^{-4}$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
3	8200.3	zur Berechnung der Constanten benutzt	
	8188.3		
4	5688.26		
	5682.90		
5	4983.53		
	4979.30		
6	4669.7	4669.4	−0.3
	4665.8	4665.2	−0.6
7	4498.9	4500.0	+1.1
	4495.3	4494.3	−1.0
8	4394.7	4393.7	−1.0
	4391.2	4390.7	−0.5
9	4326.0	4325.7	−0.3
	4322.6		

Auch hier ist die Differenz der reciproken Wellenlängen für die verschiedenen Paare nahezu dieselbe und veranlafst uns zu der Vermuthung, dafs die zweiten Constanten und ebenso die dritten in den beiden Formeln eigentlich denselben Werth haben. Die Differenzen der reciproken Wellenlängen sind:

n	
3	179
4	166
5	170
6	193
7	282
8	156

Merkwürdig ist aufserdem, dafs in beiden Serien die Paare die gleiche Differenz der Schwingungszahlen zeigen. Und dieselbe Differenz 172 geben auch die *D*-Linien, welche doch zu einer ganz anderen Serie gehören.

Es sind durch diese drei Serien von Paaren wieder alle Linien des Natriums untergebracht bis auf zwei: 5675.92 und 5670.40, welche also auch ein enges Paar bilden. Wie früher bemerkt, unterscheiden sich diese Linien dadurch von allen übrigen, dafs sie unscharf nach dem brechbareren Ende des Spectrums sind, während alle Linien der Nebenserien nach der weniger brechbaren Seite hin sich verbreitern. Man wäre fast versucht, diese Linien für fremde zu halten, wenn sie nicht immer aufträten; aber auch die Rechnung verknüpft sie mit Natrium, denn die Differenz ihrer Schwingungszahlen ist auch wieder 172, also ebenso grofs wie bei allen Paaren der Nebenserien. Vielleicht sind sie das einzig sichtbare Glied einer dritten Nebenserie.

Kalium.

Auch beim Kalium unterscheidet man eine im Ultravioletten verlaufende Hauptserie von Linienpaaren, welche mit den rothen Linien 7699 und 7665 zusammenhängen, und vier im sichtbaren Theile des Spectrums verlaufende Nebenserien. Wie beim Natrium sind bei je zwei Nebenserien die Differenzen der Schwingungszahlen entsprechender Linien constant. Die Linienpaare haben aber einen gröfseren Abstand, als beim Natrium, so dafs sie nicht als solche in die Augen fallen (vergl. die Tafel).

Die ersten 3 violetten Paare liefern für $n = 4, 5, 6$ die beiden Formeln

$$10^8 \lambda^{-1} = 35091.83 - 127207 n^{-2} - 623087 n^{-4},$$

$$10^8 \lambda^{-1} = 35093.22 - 127213 n^{-2} - 618547 n^{-4},$$

welche für $n = 7, 8, 9, 10, 11$ die folgenden beobachteten Linienpaare berechnen lassen:

n	berechnet	beobachtet	Differenz
7	3102.10	3102.37	+0.27
	3101.79	3102.15	+0.36
8	3034.71	3034.94	+0.23
	3034.49		
9	2991.65	2992.33	+0.68
	2991.47		
10	2962.31	2963.36	+1.05
	2962.15		
11	2941.35	2942.8	+1.45
	2941.21		

Für $n = 3$ geben die Formeln 7538.5 und 7506.3, für $n = 2$ sind sie negativ. Man wird dazu gedrängt, die beiden Werthe für $n = 3$ den Wellenlängen 7699.3 und 7665.6 entsprechend zu setzen und wieder wie beim Lithium und Natrium anzunehmen, dafs ein Glied der Formel fehlt, welches für $n = 3$ einen erheblich gröfseren Betrag ausmacht, als für gröfsere Werthe von n. Wieder würde es die reciproke Wellenlänge verkleinern müssen. Sucht man die Constanten so abzuändern, dafs die sämmtlichen Linien berücksichtigt werden, so kann man den Fehler der rothen Linien vermindern; aber auf Kosten der Übereinstimmung im Violetten. Für die weniger brechbaren Linien der Paare erhält man z. B., wenn man die reciproken Wellenlängen alle in gleicher Weise berücksichtigt:

$$10^8 \lambda^{-1} = 35043.45 - 123647 n^{-2} - 673289 n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
3	7696.6	7699.3	+2.7
4	4051.0	4047.4	—3.6
5	3445.9	3447.5	+1.6
6	3216.5	3217.8	+1.3
7	3101.6	3102.4	+0.8
8	3035.2	3034.9	—0.3
9	2992.7	2992.3	—0.4
10	2963.9	2963.4	—0.5
11	2943.3	2942.8	—0.5

Es schien uns wünschenswerth, für die violetten Linien allein die Formel so genau wie möglich mit den Beobachtungen zur Übereinstimmung zu bringen. Es zeigt sich, dafs die Abweichungen die Grenzen der Beobachtungsfehler nicht erheblich überschreiten, wenn man die Wellenlängen in der Rechnung nach der von uns geschätzten Messungsgenauigkeit berücksichtigt.

$$10^8 \lambda^{-1} = 35086.55 - 126983 n^{-2} - 625318 n^{-4} \,,$$

$$10^8 \lambda^{-1} = 35085.90 - 126903 n^{-2} - 621633 n^{-4} \,.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
4	4047.36	4047.36	0.00
	4044.29	4044.29	0.00
5	3447.48	3447.49	+0.01
	3446.47	3446.49	+0.02
6	3217.84	3217.76	—0.08
	3217.38	3217.27	—0.11
7	3102.25	3102.37	+0.12
	3102.01	3102.15	+0.14
8	3034.92	3034.94	+0.02
	3034.78		
9	2991.90	2992.33	+0.43
	2991.82		
10	2962.60	2963.36	+0.76
	2962.55		
11	2941.66	2942.8	+1.14
	2941.64		

Es scheint, dafs die ersten beiden Glieder in beiden Formeln eigentlich dieselben sein müfsten. Daraus würde folgen, dafs die Differenz der

Schwingungszahlen für die Paare der vierten Potenz der Ordnungszahl umgekehrt proportional ist. Diefs bestätigt sich auch ungefähr. Berechnet man die reciproken Wellenlängen auf 6 Stellen, so erhält man für die fünf Paare die Differenzen 571, 188, 84, 47, 23. Andererseits ist $47740 n^{-4}$ für $n = 3, 4, 5, 6, 7$ gleich 589, 186, 76, 37, 20. Die Abweichungen dieser Zahlen von den vorigen sind —18, +2, +8, +10, +3 und entsprechen in Angström'schen Einheiten —1.1, 0.03, 0.10, 0.10, 0.03.

An dieser Stelle haben wir Gelegenheit genommen, Rydberg's Formel zu prüfen. Nach ihm sollte sein

$$10^8 \lambda^{-1} = a - \frac{109721.6}{(n+\mu)^2},$$

wo n die Reihe der ganzen Zahlen durchläuft. Bestimmt man a und μ derartig, dafs man für $n = 3$ und 4 die Wellenlängen 4047.36 und 3447.49 erhält ($a = 35069.71$, $\mu = 0.254011$), so ergeben sich für $n = 2, 5, 6$ $7, 8, 9, 10$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
2	7422.0	7699.3	+277.3
5	3215.96	3217.76	+1.80
6	3099.39	3102.37	+2.98
7	3031.72	3034.94	+3.22
8	2988.71	2992.33	+3.62
9	2959.58	2963.36	+3.78
10	2938.91	2942.8	+3.89

Man kann zugeben, dafs ein gewisser Anschlufs an die Beobachtungen erreicht wird, aber durch Änderung des Werthes 109721.6 könnte er wesentlich genauer gemacht werden. Dafs aber Rydberg's Formel auch bei einer passenden Änderung von 109721.6 sich nicht der Serie in ihrem ganzen Verlauf anschliefsen läfst, zeigt die folgende Tabelle. Werden die Constanten aus den 3 Wellenlängen 7665.6, 4044.29, 3446.49 gewonnen, so erhält man für die folgenden Werthe von n

nach Rydberg's Formel	nach unserer Formel	beobachtet
3220.5	3220.8	3217.3
3107.9	3108.2	3102.2
3043.1	3042.9	3034.9
3002.1	3001.4	2992.3
2974.5	2973.3	2963.4
2955.0	2953.2	2942.8

Die Formeln schliefsen sich etwa gleich gut oder gleich schlecht an die Beobachtungen an. Aber hier ist die Gröfse, von welcher Rydberg behauptet, dafs sie für alle Elemente denselben Werth habe, statt wie er angibt gleich 109721.6 (einem Werth, den er aus der Balmer'schen Formel entnommen zu haben scheint) gleich 98743.61 gesetzt. Dieselbe Rechnung mit seinem Werth ausgeführt, ergibt, wenn a und μ aus 7665.6 und 4044.29 bestimmt werden,

nach Rydberg berechnet	beobachtet	Differenz
3430.8	3446.5	+15.7
3196.7	3217.3	+20.6
3079.5	3102.2	+22.7
3011.7	3034.9	+23.2
2968.7	2992.3	+23.6
2939.6	2963.4	+23.8
2919.0	2942.8	+23.8

Um die Überlegenheit unserer Formel $\lambda^{-1} = A + Bn^{-2} + Cn^{-4}$ über eine beliebige Interpolationsformel zu zeigen, haben wir für die violette Kaliumserie den Versuch gemacht

$$\lambda = a + bn + cn^2 + dn^3$$

zu setzen. Man erhält, wenn die erste, dritte, fünfte, siebente Linie zur Berechnung der Constanten benutzt werden:

berechnet	beobachtet	Differenz
4047.36	zur Berechnung benutzt	
3518.24	3447.49	—70.75
3217.76	zur Berechnung benutzt	
3078.97	3102.37	+23.40
3034.94	zur Berechnung benutzt	
3018.72	2992.33	—26.39
2963.36	zur Berechnung benutzt	
2801.93	2942.8	+140.87

Die Tabelle wird Jeden überzeugen, dafs die erreichte Genauigkeit, selbst wo nur interpolirt ist, trotz der gröfseren Zahl willkürlicher Constanten mit der durch unsere Formeln erreichten Genauigkeit keinen Vergleich aushält.

Was die Serien des sichtbaren Theils betrifft, so wird die folgende Tabelle ohne weitere Erklärungen verständlich sein:

$$\text{I} \quad 10^8\lambda^{-1} = 22021.83 - 119393\,n^{-2} - 62506\,n^{-4}\,,$$

$$\text{II} \quad 10^8\lambda^{-1} = 22077.11 - 119264\,n^{-2} - 63981\,n^{-4}\,,$$

$$\text{III} \quad 10^8\lambda^{-1} = 21991.24 - 114450\,n^{-2} - 111146\,n^{-4},$$

$$\text{IV} \quad 10^8\lambda^{-1} = 22050.32 - 114478\,n^{-2} - 111337\,n^{-4}.$$

n	berechnet	Serie	beobachtet	Differenz	Bemerkungen
4	6985.4	I			nicht aufgefunden
	6957.4	II			nicht aufgefunden
	6942.5	III	6938.8	—3.7	
	6915.4	IV	6911.2	—4.2	
5	5832.23	I	zur Berechnung der Constanten benutzt		
	5812.54	II			
	5802.01	III			
	5782.67	IV			
6	5359.88	I			
	5343.35	II			
	5340.08	III			
	5323.55	IV			
7	5112.68	I			
	5099.64	III			
	5097.75	II			
	5084.49	IV			

n	berechnet	Serie	beobachtet	Differenz	Bemerkungen
8	4965.0	I	4965.5	+0.5	
	4956.4	III	4956.8	+0.4	
	4951.0	II	4952.2	+1.2	
	4942.1	IV	4943.1	+1.0	von Liveing und Dewar beobachtet.
9	4869.0	I	4870.8	+1.8	Wir halten Fehler von mehreren Angström'schen Einheiten hier nicht für ausgeschlossen.
	4863.5	III	4863.8	+0.3	
	4855.6	II	4856.8	+1.2	
	4849.6	IV	4850.8	+1.2	Liveing und Dewar geben an auch bei 4759 eine Gruppe von vier Linien beobachtet zu haben, die aber zu schwach und verwaschen seien, um sie deutlich von einander zu trennen. Ihre Messung gäbe den am wenigsten brechbaren Rand der Gruppe. Proc. Roy. Soc. No. 198, 1879.
10	4802.7	I	4808.8	+6.1	
	4799.5	III	4803.8	+4.3	
	4789.7	II	4796.8	+7.1	
	4786.0	IV	4788.8	+2.8	
11	4754.9	I	4759.8	+4.9	
	4753.4	III			
	4742.3	II			
	4740.1	IV			

Für $n = 3$ geben die Formeln die Wellenlängen 12654, 12569, 12525, 12444. Nun hat Becquerel die folgenden ultrarothen Kaliumlinien beobachtet: 10980, 11020, 12330. Wir halten es für wahrscheinlich, dafs diese von Becquerel beobachteten Linien zu unseren Serien gehören. Die Serien I und II geben constante Differenz der Schwingungszahlen entsprechender Linien, ebenso die Serien III und IV. Es wären darnach in Wahrheit die zweiten und dritten Constanten in je zwei Formeln dieselben. Die Serie III, welche für $n = 4, 5, 6$ kleinere Wellenlängen besitzt als die Serie II, bleibt von $n = 7$ an hinter derselben zurück. Sie ist kenntlich an der constanten Schwingungsdifferenz gegen IV, sowie durch gröfsere Intensität. Die Schwingungsdifferenz ist in beiden Serienpaaren die gleiche.

In der folgenden Tabelle sind die Differenzen der reciproken Wellenlängen für die Serienpaare I, II und III, IV zusammengestellt.

n	I, II	III, IV
4		576
5	582	576
6	577	581
7	573	584
8	541	559
9	592	551
10	520	653

Einer Einheit der letzten Stelle entsprechen dabei 0.05 bis 0.02 Angström'scher Einheit.

Ähnlich wie beim Natrium ist auch die Differenz der Schwingungszahlen des rothen Paares bei 7665 und 7699, welches doch zu einer ganz anderen Serie gehört, ebenfalls dieselbe. Der Unterschied der reciproken Wellenlängen ergibt 571.

Auch beim Kalium sind durch die Haupt- und Nebenserien alle Linien aufgenommen, welche von uns beobachtet wurden.

Rubidium.

Im Spectrum des Rubidiums sind gleichfalls Haupt- und Nebenserien zu unterscheiden. Die rothen Linien bei 7950 und 7811 bilden den Anfang einer Serie von Linienpaaren, welche im Ultraviolett verläuft. Von dieser war bisher nur ein Paar bei 4216 und 4202 bekannt. Wir haben noch zwei weitere Paare gefunden. Die folgenden beiden Formeln sind aus den 3 violetten Paaren berechnet.

$$10^8 \lambda^{-1} = 33762.11 - 125521 n^{-2} - 562255 n^{-4} ,$$

$$10^8 \lambda^{-1} = 33765.38 - 125431 n^{-2} - 544679 n^{-4} .$$

n	berechnet	beobachtet
3	7767.6	7950
	7631.2	7811
4	4215.72	zur Berechnung der Constanten benutzt
	4201.98	
5	3591.74	
	3587.23	
6	3351.03	
	3348.86	

Für $n = 3$ sind wieder bedeutende Differenzen zwischen der Rechnung und den Messungen vorhanden. Aber wenn man die weite Extrapolation bedenkt und in Betracht zieht, dafs bei Lithium, Natrium und Kalium gleichfalls die rothen Wellenlängen zu klein gefunden wurden, so wird man nicht anstehen, den Zusammenhang dieser rothen Rubidium-Linien mit der violetten Serie für erwiesen zu halten. Bei der Rücksicht auf alle vier Paare ergeben sich die Formeln:

$$10^8 \lambda^{-1} = 33630.6 - 119065 n^{-2} - 633517 n^{-4},$$
$$10^8 \lambda^{-1} = 33631.0 - 118835 n^{-2} - 617486 n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz
3	7949.2	7950	+0.8
	7810.1	7811	+0.9
4	4216.9	4215.7	—1.2
	4203.1	4202.0	—1.1
5	3590.1	3591.7	+1.6
	3585.6	3587.2	+1.6
6	3351.8	3351.0	—0.8
	3349.7	3348.9	—0.8

Indessen halten wir die Constanten der ersten Formeln für die richtigeren.

Wir vermuthen, dafs die ersten beiden Constanten beiden Formeln gemeinsam sind, da die Differenzen der Schwingungszahlen sich nahezu wie die vierten Potenzen der Ordnungszahlen verhalten. Die Unterschiede der sechsstellig berechneten reciproken Wellenlängen sind 2238, 776, 350, 193, während $1.9905 n^{-4} 10^5$ für $n = 3, 4, 5, 6$ die Werthe 2457, 777, 318, 154 gibt. Den Abweichungen von den beobachteten Zahlen entsprechen 14, 0.02, —0.31, —0.44 Angström'sche Einheiten. Sie gehen über die Grenzen etwas hinaus, welche ihnen nach der Genauigkeit der Messung gesteckt sind. Das mag von dem fehlenden Gliede herrühren, welches sich besonders bei der Berechnung der rothen Linien bemerkbar macht.

Der sichtbare Theil des Rubidium-Spectrums enthält zwei Serien:

$$10^8 \lambda^{-1} = 20939.39 - 121193 n^{-2} - 134616 n^{-4},$$
$$10^8 \lambda^{-1} = 21179.38 - 121422 n^{-2} - 131799 n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz	
3	17207			
	16499			
4	7788.8			Wir glauben nicht, dafs diefs die rothen Linien 7950 und 7811 sein könnten, die wir zur Hauptserie rechnen.
	7647.8			
5	6298.7	zur Berechnung der Constanten benutzt		
	6206.7			
6	5724.41			
	5648.18			
7	5431.83			
	5362.94			

n	berechnet	beobachtet	Differenz	
8	5259.6	5259.8	+ 0.2	Diese Beobachtungen sind von Lecoq. Nur haben wir sie nach Rowland's neuen Normalen corrigirt. Die Abweichung bei 5161 ist sehr beträchtlich, aber nicht wesentlich gröfser als Lecoq's Beobachtungsfehler bei 6071.2.
	5194.8	5194.8	0.0	
9	5148.1	5161.8	+13.7	
	5086.4	5085.8	— 0.4	
10	5072.5			
	5012.0			
11	5017.9	5021.8	+ 3.9	
	4958.6			

Die Differenzen der Schwingungszahlen sind für diese beiden Serien wieder nahezu bei allen Paaren die gleichen. Berechnet man die reciproken Wellenlängen auf sechs Stellen, so sind die Differenzen 2353, 2357, 2365, 2380 und nur bei dem Paar $n = 9$ 2896, wie wir glauben wegen der fehlerhaften Beobachtung der Wellenlänge 5161. Die beiden letzten Constanten müfsten darnach in beiden Formeln übereinstimmen.

Bei 6206.7 und 6159.8 liegen zwei schwächere Rubidium-Linien, welche durch die Serien nicht aufgenommen werden. Die Differenz der reciproken Wellenlängen ist 2369, übereinstimmend mit derselben Differenz bei den Paaren der Serie. Auch die Linie bei 5654.22 nahe bei der kleineren Wellenlänge des Paares $n = 6$ wird nicht durch die Formeln aufgenommen. Dennoch müssen wir sie für eine Rubidium-Linie halten.

Auch das rothe Paar 7950, 7811 hat nahezu die gleiche Differenz der Schwingungszahlen, wie die Paare der Nebenserie. Sie ergibt sich zu 2238, also etwas zu klein. Ein gröfserer Werth würde auch dem für die Hauptserie aufgestellten Gesetze besser genügen.

Caesium.

Das Spectrum des Caesiums zerfällt in derselben Weise, wie das der übrigen Alkalien, in Haupt- und Nebenserien. Von der Hauptserie war bisher nur das erste violette Paar bekannt. Wir haben das folgende bei 3888.83 und 3876.73 gefunden. Von dem nächsten Paar halten wir nur die eine Linie, die brechbarere, für sicher beobachtet, welche vermuthlich die stärkere ist, ebenso wie bei den anderen beiden Paaren. Eine Controlle für die Richtigkeit unserer Formel ist hier nicht möglich,

weil nicht mehr Beobachtungen als Constanten vorliegen. Dennoch halten wir es nicht für überflüssig die Formeln auszurechnen, weil sich an die Werthe der Constanten ein Interesse knüpft. Um uns von der unsicheren Beobachtung der ersten Linie des dritten Paares frei zu machen, haben wir diese aus der Annahme bestimmt, daſs die Unterschiede der Schwingungszahlen den vierten Potenzen der Ordnungszahlen umgekehrt proportional sind. Darnach müſste sie bei 3616.57 liegen. Bei 3617.1 haben wir eine unscharfe Linie beobachtet, über deren Herkunft wir aber keine Sicherheit haben gewinnen können. Die Formeln sind:

$$10^8\lambda^{-1} = 31509.31 - 125395\,n^{-2} - 486773\,n^{-4},$$
$$10^8\lambda^{-1} = 31473.44 - 123502\,n^{-2} - 461517\,n^{-4}.$$

Für $n = 3$ geben diese Formeln die Werthe 8645 und 8297. Nach der Analogie der anderen Spectren würden wir vermuthen, daſs im Ultraroth etwa 100 bis 200 Angström weiter, als diese Zahlen angeben, zwei starke Linien des Caesium liegen müssen. Die Nebenserien sind:

$$10^8\lambda^{-1} = 19743.25 - 122869\,n^{-2} - 305824\,n^{-4},$$
$$10^8\lambda^{-1} = 20295.22 - 122891\,n^{-2} - 316625\,n^{-4}.$$

n	berechnet	beobachtet	Differenz	
3	43187 36607			
4	9200 8789			
5	6973.9 6723.6	zur Berechnung der Constanten benutzt.		
6	6213.4 6010.6			
7	5845.1 5664.0			
8	5634.2	5635.1	+0.9	
9^{I}	5500.6	5501.9	+1.3	Lecoq's Messung
8^{II}	5465.2	5465.8	+0.6	
10^{I}	5410.1	5410.9	+0.8	Lecoq's Messungen. Zwei Linien der Serien fallen hier beinahe zusammen und sind vielleicht nicht getrennt worden.
11^{I}	5345.6	5345.9	+0.3	
9^{II}	5339.1			
10^{II}	5253.6	5257.8	+4.2	

Durch die Formeln werden nicht aufgenommen vier von Lecoq angegebene Linien 6602, 6465, 6361, 5572 und eine von Liveing und Dewar bei 5990 angegebene. Von diesen sind wir geneigt nur 5572 als mögliche Caesiumlinie zuzugeben. Zu Gunsten von 6602 und 6361 läfst sich allerdings anführen, dafs der Unterschied der reciproken Wellenlängen beinahe derselbe ist wie für je zwei Linien der gleichen Ordnungszahl in den beiden Nebenserien. Man erhält 5338, 5430, 5470, 5497, 5306, 5246 und die Wellenlängen 6602, 6361 liefern 5739. Die Differenz der reciproken Wellenlängen der nicht beobachteten rothen Caesiumlinien der Hauptserie ist vermuthlich auch etwa 5450. Diese Zahl und die Differenzen für die beiden violetten Paare 1811 und 803 verhalten sich wieder ungefähr umgekehrt wie die vierten Potenzen der Ordnungszahlen 3, 4, 5, die ihnen entsprechen. Es ist $450000 n^{-4}$ für $n = 3, 4, 5$ gleich 5556, 1758, 720.

§. 11. Die gemeinsamen Merkmale der 5 Spectren mögen noch einmal zusammengefafst werden. Wir unterscheiden in jedem derselben eine Hauptserie. Beim Lithium besteht sie aus einfachen Linien, bei den übrigen Alkalien aus Linien-Paaren, beim Natrium aus engen Paaren, bei den anderen in der Reihenfolge des Atomgewichts aus weiteren und weiteren Paaren, während zu gleicher Zeit die ganzen Serien nach dem weniger brechbaren Ende des Spectrums rücken. In allen Paaren ist die Linie von kleinerer Wellenlänge die stärkere, was für die D-Linien bekannt war. Innerhalb einer jeden Hauptserie sind die Differenzen der Schwingungszahlen für die Paare ungefähr den vierten Potenzen der Ordnungszahlen umgekehrt proportional. Die gröfsten positiven Werthe, welche die Formeln für die Wellenlänge ergeben, entsprechen der Ordnungszahl drei. Die zugehörigen Linien sind sämmtlich beobachtet worden aufser im Caesium, wo sie in's Ultraroth rücken. Diese Linien für $n = 3$ müssen wir den Grundtönen vergleichen, weil sie den gröfsten Wellenlängen entsprechen, welche durch die Formel geliefert werden. Und es erscheint uns von Bedeutung, dafs mit Ausnahme des Caesiums diese Grundtöne in allen Spectren beobachtet sind. Während man für $n = 3$ rothe Linien erhält, liegen schon die nächsten $n = 4$ entsprechenden am entgegengesetzten Ende des Spectrums und die Serie verläuft im Ultraviolett. Die Wellenlänge, bei der nach den Formeln die Serie zusammenläuft, wächst mit wachsendem Atomgewicht. Ihr reciproker Werth

ergibt sich, wenn man in der Formel $n = \infty$ setzt; dann verschwinden die beiden letzten Glieder und es bleibt nur die erste Constante A, welche daher die obere Grenze der Schwingungszahlen darstellt. Die Formeln der Hauptserien sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. In der letzten Columne findet man das Atomgewicht des betreffenden Elements.

	$A + Bn^{-2} + Cn^{-4}$	Atomgewicht
Li	$43584.73 - 133669n^{-2} - 1100084n^{-4}$	7.01
Na	$41536.81 - 129985n^{-2} - 803301n^{-4}$	22.995
K	$\begin{cases} 35086.55 - 126983n^{-2} - 625318n^{-4} \\ 35085.90 - 126903n^{-2} - 621633n^{-4} \end{cases}$	39.09
Rb	$\begin{cases} 33762.11 - 125521n^{-2} - 562255n^{-4} \\ 33765.38 - 125431n^{-2} - 544679n^{-4} \end{cases}$	85.2
Cs	$\begin{cases} 31501.56 - 125077n^{-2} - 489883n^{-4} \\ 31465.78 - 123188n^{-2} - 464580n^{-4} \end{cases}$	132.7

Es zeigt sich, wenn man für Lithium, wie hier geschehen ist, die etwas weniger gut sich anschliefsende Formel setzt, eine Regelmäfsigkeit in allen drei Constanten, in so fern mit wachsendem Atomgewicht alle drei abnehmen. Diefs ist einer der Gründe, welche uns bestimmt haben für Lithium die weniger gut sich anschliefsende Formel für richtiger zu halten. Ein anderer Grund war, dafs so die ähnlich liegenden Linien in allen Spectren die gleiche Ordnungszahl haben, z. B. alle am rothen Ende liegenden die Ordnungszahl 3. Die Regelmäfsigkeit der Formeln bleibt bestehen, wenn man die Quotienten der zweiten und dritten Constante durch die erste bildet.

$$43584.73\ [1 - 3.06688n^{-2} - 25.24012n^{-4}]$$
$$41536.81\ [1 - 3.12939n^{-2} - 19.33950n^{-4}]$$
$$35086.55\ [1 - 3.61914n^{-2} - 17.82216n^{-4}]$$
$$35085.90\ [1 - 3.61692n^{-2} - 17.71746n^{-4}]$$
$$33762.11\ [1 - 3.71781n^{-2} - 16.65343n^{-4}]$$

$$33765.38\ [1 - 3.71478\,n^{-2} - 16.13129\,n^{-4}]$$
$$31501.56\ [1 - 3.97050\,n^{-2} - 15.55107\,n^{-4}]$$
$$31465.78\ [1 - 3.91498\,n^{-2} - 14.76461\,n^{-4}]$$

Die Balmer'sche Formel würde, in diese Form gebracht, lauten:

$$10^8 \lambda^{-1} = 27431.5\ [1 - 4n^{-2}]$$

Sie würde demnach nach den Werthen der Constanten am Ende unserer Reihe stehen. Das ist aber nach dem Atomgewicht 1 die falsche Seite.

Aufser den Hauptserien findet man in allen Spectren der Alkalien Nebenserien. Man kann sagen, dafs sie im sichtbaren Theil verlaufen, obwohl ihre ersten Linien in's Ultrarothe und beim Lithium die letzten in's Ultraviolette fallen. Mit wachsendem Atomgewicht rücken auch sie nach der weniger brechbaren Seite des Spectrums. Alle ihre Linien verbreitern sich leicht, die Linien einiger Serien nur nach der weniger brechbaren Seite. Sieht man vom Lithium ab, so treten in jedem Element die Nebenserien paarweise auf, d. h. je zwei Serien zeigen eine Zusammengehörigkeit darin, dafs die Differenz der Schwingungszahlen der Linien gleicher Ordnungszahl für das ganze Serienpaar constant ist. In denjenigen Elementen, wo zwei Serienpaare existiren (Natrium und Kalium) geben beide dieselbe Differenz der Schwingungszahlen. Im Spectrum des Natriums und Rubidiums sind aufser den Nebenserien noch je ein Linienpaar beobachtet worden und auch diese ergeben dieselbe Schwingungsdifferenz, wie die Nebenserien des betreffenden Elements. Endlich zeigt sich, dafs jedes Mal auch die Schwingungszahlen der ersten Paare ($n = 3$) der Hauptserien dieselbe Differenz ergeben. Da die Schwingungsdifferenzen innerhalb jeder Hauptserie denselben Zahlen 3^{-4}, 4^{-4}, 5^{-4} etc. proportional sind, so folgt, dafs das Verhältnifs der Schwingungsdifferenzen von Paaren der gleichen Ordnungszahl für je zwei Elemente auch bei den Paaren der Hauptserie constant ist. Indessen läfst sich die Schwingungsdifferenz für die engen Paare relativ nicht sehr genau bestimmen, weil der Messungsfehler hier einen grofsen Bruchtheil der Differenz ausmacht. Will man die Verhältnisse der Schwingungsdifferenzen für die verschiedenen Elemente aufstellen, so zieht man daher von den Hauptserien am besten nur die ersten Paare mit in Betracht. Die fol-

gende Tabelle enthält die Differenzen der reciproken Wellenlängen, wenn diese sechsstellig berechnet werden:

	Na	K	Rb	Cs	Bemerkungen
Hauptserie	172	571	2238		
Nebenserien	179	576	2353	(5338)	Die eingeklammerten Zahlen sind für die Mittel nicht berücksichtigt, weil sie an Genauigkeit zurückstehen.
	172	582	2357	5430	
	166	576	2365	5470	
	171	577	2380	(5497)	
	170	581	(2896)	(5306)	
	170	573		(5246)	
	193	584			
	159	541			
	(282)	559			
	179	592			
	156	551			
		520			
		563			
nicht zu Serien gehörig	172		2369		
Mittel	172	568	2344	5450	

Die Zahlen, welche sich als Mittel ergeben, scheinen im Zusammenhange mit den Atomgewichten zu stehen. Die Quadratwurzeln aus denselben 13.5, 23.8, 48.4, 73.8 sind den Atomgewichten nahezu proportional. Multiplicirt man mit 1.706, so erhält man 23.0, 40.6, 82.6, 126, während die Atomgewichte auf 22.995, 39.09, 85.2, 132.7 angegeben werden. Der Factor 1.706 ist durch die Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, wobei das Atomgewicht von Caesium 1 Mal, von Rubidium 5 Mal, von Kalium und Natrium 10 Mal gerechnet wurde. Die Abweichungen sind zu grofs, als dafs sie durch die Beobachtungsfehler erklärt werden könnten. Denn die Differenzen selbst müssen etwa auf 0.6, 2.0, 0.5, 0.5 Procent und daher die Quadratwurzeln daraus auf 0.3, 1.0, 0.25, 0.25 Procent genau sein. Dennoch halten wir die Annäherung für merkwürdig genug, um sie der Aufmerksamkeit der Physiker zu empfehlen.[1])

[1]) Während der Correctur vorliegender Abhandlung ist uns durch Wiedemann's Beibl. die ausführlichere Publication von Rydberg in der Ztschr. für physik. Chemie

Nimmt man an, dafs auch für Lithium das Gesetz richtig bliebe, so folgt daraus, dafs die Linien des Lithiums doppelt sind, und es läfst sich ihr Abstand aus dem Atomgewicht berechnen. Es ergibt sich die Differenz der reciproken Wellenlängen zu etwa 17 Einheiten der sechsten Stelle. Für die Wellenlänge 6708 würde das etwa 0.8 Angström'sche Einheiten ausmachen, für 6103 etwa 0.6, für 4972 etwa 0.4 u. s. w. Wir glauben, dafs wir trotz der Unschärfe der Linien die weniger brechbaren als Doppellinien hätten sehen müssen, wenn sie so weit auseinander lägen. Indessen wollen wir die Unmöglichkeit von Doppellinien nicht behaupten. Dafs dagegen die ultravioletten Linien nicht als doppelt erkannt wären, würde sich leicht erklären. Denn erstens würden selbst für die gröfste der Wellenlängen 3232 17 Einheiten der sechsten Stelle vom reciproken Werth nur etwa 0.17 Angström'sche Einheiten ausmachen und zweitens müfste der Abstand nach dem allgemeinen Gesetz noch im Verhältnifs von 3^4 zu 4^4, das ist etwa ein Drittel, kleiner angenommen werden.

Die Formeln für die Nebenserien zeigen nicht die gleiche Regelmäfsigkeit wie die der Hauptserien:

$$
\begin{array}{ll}
\text{Li} & \begin{cases} 28586.74 - 109625.5\,n^{-2} - 1847\,n^{-4} \\ 28666.69 - 122391\,n^{-2} - 231700\,n^{-4} \end{cases} \\
\text{Na} & \begin{cases} \begin{cases} 24549.12 - 120726\,n^{-2} - 197891\,n^{-4} \\ 24565.83 - 120715\,n^{-2} - 197935\,n^{-4} \end{cases} \\ \begin{cases} 24476.72 - 110122\,n^{-2} - 3589\,n^{-4} \\ 24496.26 - 110211\,n^{-2} - 2926\,n^{-4} \end{cases} \end{cases} \\
\text{Ka} & \begin{cases} \begin{cases} 22021.83 - 119393\,n^{-2} - 62506\,n^{-4} \\ 22077.11 - 119264\,n^{-2} - 63981\,n^{-4} \end{cases} \\ \begin{cases} 21991.24 - 114450\,n^{-2} - 111146\,n^{-4} \\ 22050.32 - 114478\,n^{-2} - 111337\,n^{-4} \end{cases} \end{cases} \\
\text{Rb} & \begin{cases} 20939.39 - 121193\,n^{-2} - 134616\,n^{-4} \\ 21179.38 - 121422\,n^{-2} - 131799\,n^{-4} \end{cases} \\
\text{Cs} & \begin{cases} 19743.25 - 122869\,n^{-2} - 305824\,n^{-4} \\ 20295.22 - 122891\,n^{-2} - 316625\,n^{-4} \end{cases}
\end{array}
$$

(5, p. 227-232. 1890) bekannt geworden. Er gibt hier dasselbe Gesetz an. Nur bemerkt er fälschlich, dafs die Differenzen rascher wachsen als die Quadrate der Atomge-

Nur zwei Punkte sind bei ihnen zu bemerken. Die erste Constante nimmt wieder mit wachsendem Atomgewicht ab. Das heifst die Stelle, bei der die Serien zusammenlaufen, rückt mit wachsendem Atomgewicht nach der weniger brechbaren Seite des Spectrums, ebenso wie bei den Hauptserien. Diefs ist in Übereinstimmung mit der schon oben erwähnten Bemerkung von Lecoq de Boisbeaudran, dafs die Spectra der Alkalien und alkalischen Erden mit wachsendem Atomgewicht nach der weniger brechbaren Seite rücken. Auch hat Lecoq de Boisbeaudran das Gleichartige der Spectren von Kalium und Rubidium in den Serien des sichtbaren Theils richtig erkannt und bereits 1869 ausgesprochen[1]). Zweitens zeigen die Formeln eine Übereinstimmung untereinander und mit den Formeln der Hauptserien darin, dafs die zweite Constante für jene bis auf etwa 12 Procent und für alle bis auf etwa 22 Procent den gleichen Werth hat. — Weitere Beziehungen zwischen den Constanten der Formeln und den physikalischen Constanten des Elements hoffen wir zu finden, wenn auch die Spectra der alkalischen Erden genau gemessen und die darin auftretenden Serien untersucht sind. Aber auch ohne solche numerische Beziehungen scheint uns die Aufstellung der Formeln aus folgenden Gründen für die Untersuchung der Spectren von Bedeutung. Indem man durch die Formel eine Zusammengehörigkeit der Linien nachweist, erhält man die Sicherheit, dafs die aufgenommenen Linien demselben Elemente angehören. Zwar ist man hiervon schon durch den blofsen Anblick der Regelmäfsigkeit, welchen eine Serie darbietet, überzeugt, aber durch die numerische Beziehung wird die Sicherheit erhöht und selbst in den Fällen gegeben, wo durch zwischenliegende Linien die Regelmäfsigkeit gestört wird. So ist es z. B. nicht möglich im Spectrum des Caesiums oder des Natriums durch den blofsen Anblick zu entscheiden, wie die sämmtlichen Linien sich zu Serien zusammenschliefsen. Beim Lithium und Kalium ist es allerdings möglich. Liveing und Dewar, deren Beobachtungen uns die Wege gewiesen haben, geben die Auflösung der Spectren von Kalium und Lithium in Serien im Ganzen so

wichte. Wenn er aber das Gesetz für alle Elemente der ersten drei Mendelejeff'schen Gruppen ausspricht, so können wir dem, was Mg, Ca, Zn, Cd betrifft, nicht beistimmen.

[1]) Lecoq de Boisbeaudran, Comptes rendus 69 pag. 610.

wie wir an[1]) und erkennen, wenn auch mit dem Zusatz des Zweifels, die Zugehörigkeit der rothen Kalium-Linien 770 und 766 zur violetten Serie. Sie geben ferner die Zugehörigkeit der ultravioletten Natriumlinien zu einer Serie an. Dafs aber der Ursprung dieser Serie in den D-Linien liege, konnte die Anschauung allein nicht verrathen.

Ferner scheint uns von Bedeutung, dafs durch die gleichen Ordnungszahlen eine Beziehung zwischen den einzelnen Linien verschiedener Elemente aufgestellt wird. Auch hier hat es nicht erst der numerischen Ausführung bedurft um Zusammenhänge zu erkennen. Lecoq de Boisbeaudran hat die sich entsprechenden Linien des Kaliums und Rubidiums und auch in einigen Fällen des Caesiums aus der Anschauung entnommen und Ciamician hat die D-Linien mit den längsten beiden Wellenlängen des Kaliums und des Rubidiums in Verbindung gebracht.

Linien, welche zu derselben Serie gehören, rühren vermuthlich von den Schwingungen desselben Molecüls her. Ist diefs richtig, so wird bei Dissociationen desselben wohl eine ganze Serie verschwinden können; aber es ist unwahrscheinlich, dafs einige Linien derselben verschwinden, andere bestehen bleiben sollten. Von diesem Standpunkt aus läfst sich ein Beweis, den Lockyer[2]) für die Dissociation des Kaliums anführen zu können glaubt, als unhaltbar nachweisen. Lockyer glaubt vom Kalium das Linienpaar der Hauptserie bei $404\mu\mu$ und zwei Linien des Quadrupels der Nebenserien bei $580\mu\mu$ in dem Sonnenspectrum gefunden zu haben, die übrigen Linien nicht, also z. B. auch die längsten rothen nicht. Er schliefst nun, bei der hohen Temperatur der Sonne sei das Kalium dissociirt, diese 4 Linien gehörten einem der Grundstoffe an, in welche das Kalium zerfalle. Das ist offenbar falsch, weil durch die von Lockyer herausgegriffenen 4 Linien alle Serien sich als anwesend erweisen würden; wenn diefs eine Paar der Hauptserie da ist, müssen es auch die übrigen sein, und wenn ein Quadrupel sichtbar ist, müssen auch die andern Linien der Nebenserien vorhanden sein, die Serien können nicht auseinandergerissen werden. Die Intensitäten freilich können sich ändern bei verschiedenen Temperaturen und bei verschiedener Dichte des emittiren-

[1]) Phil. Trans. 1883 pag. 213.

[2]) Lockyer, Nature 24 pag. 399.

den Dampfes, bei sehr geringer Helligkeit wird man nur die stärksten und optisch wirksamsten Linien sehen. So werden sich wohl auch Versuche erklären, die Lockyer zum Beweis der Dissociation des Kaliums an der angegebenen Stelle beschreibt; wenn er z. B. in einem Fall nur die gelbgrünen Linien gesehen hat, so ist das ganz natürlich, weil diese Wellen auf das Auge am stärksten wirken. Wenn er aber in einem anderen Falle nur die schwer sichtbaren längsten rothen Linien gesehen haben will, so müssen wir das für einen Irrthum halten, es wird dann jedenfalls auch das blaue Paar bei 404 vorhanden gewesen sein; dasselbe ist ja freilich schwer zu sehen. Jedenfalls reichen derartige Versuche, wenn sie nicht sorgfältiger durchgeführt sind, z. B. mit photographischen Aufnahmen, nicht annähernd hin, um die Dissociation eines Elementes wahrscheinlich zu machen. Übrigens haben wir ja auch oben besprochen, dafs keine von den 4 Kalium-Linien im Sonnenspectrum vorhanden ist.

Wenn wir so ein Zerreifsen einer Serie und das Auftreten von nur einzelnen Linien derselben für unmöglich halten, so scheint uns eine Trennung der verschiedenen Serien von einander eher möglich, obgleich auch die verschiedenen Serien durch das Gesetz von der Constanz der Schwingungsunterschiede bei allen Serien sich als offenbar zusammenhängend erweisen. Es wäre aber immerhin möglich, dafs die verschiedenen Serien verschieden gebauten Molekülen angehörten, und dann würde auch ihre Trennung möglich sein; es würde dann wahrscheinlich die Hauptserie dem einfachsten Molekularbau entsprechen, da sie besonders bei hoher Temperatur deutlich herauskommt und die kürzesten Wellenlängen besitzt, welche im allgemeinen erst bei höchster Temperatur emittirt werden. Auch der Umstand, dafs die Linien der Nebenserien sich so stark verbreitern, spricht deutlich dafür, dafs diese complicirtem Molekularbau, also niedriger Temperatur angehören. Es wäre nach unserer Ansicht von bedeutendem Interesse, wenn man über diese Frage Sicherheit gewinnen könnte, wenn sich ein Fall angeben liefse, wo nur eine Serie erschiene, weil man dadurch der Erklärung des Ursprungs der verschiedenen Serien um einen Schritt näher käme. Bei hoher Temperatur, z. B. der der Sonne, sollte man nach unserer Ansicht erwarten nur die Hauptserie zu finden. Nach unseren Messungen scheint es möglich, dafs wir

beim Natrium einen solchen Fall haben; denn im Sonnenspectrum sind nur die beiden Paare der Haupserie bei 589 und 330, welche überhaupt in den Bereich des Sonnenspectrums fallen, sicher vorhanden, die Linien der Nebenserien aber mit grofser Wahrscheinlichkeit nicht vorhanden. Die Linien der Nebenserien sind aber leider alle so unscharf, dafs die Bestimmung der Wellenlängen nicht mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden konnte, um vollkommene Sicherheit über ihre Abwesenheit im Sonnenspectrum zu geben.

Note.

Über die Genauigkeit der Constanten in den berechneten Formeln.

Die drei Constanten der berechneten Formeln können ziemlich bedeutende Änderungen erfahren, ohne dafs die Werthe der Formel erheblich beeinflufst werden. Es können nämlich bis zu einem gewissen Grade die Änderungen der verschiedenen Constanten sich compensiren. In welchem Mafse dies etwa geschehen kann, überblickt man am Besten mit Hülfe eines von Tchebicheff gegebenen Satzes, den man in Bertrand's calc. diff. et int. I pag. 512 u. flg. ausführlich erörtert findet. Da wir hier aber nur den einfachsten Fall dieses Satzes gebrauchen, so wollen wir uns auf die allgemeine Erörterung nicht einlassen.

Wenn man in der Formel

$$A + Bn^{-2} + Cn^{-4}$$

A um α, B um β, C um γ ändert, so ist die Änderung der Formel

$$\alpha + \beta n^{-2} + \gamma n^{-4}.$$

Gesetzt nun, man nimmt die Änderung einer der Constanten, z. B. γ, irgend wie an, so kann man fragen, wie weit sich diese Änderung durch α und β compensiren läfst. Wie müssen α und β angenommen werden, damit für alle in Betracht kommende Werthe von n

$$\alpha + \beta n^{-2} + \gamma n^{-4}$$

sich möglichst wenig von Null entferne? Um die Aufgabe zu vereinfachen, wollen wir sagen, es soll sich $\alpha + \beta n^{-2} + \gamma n^{-4}$ möglichst wenig von Null entfernen, wenn n alle Werthe zwischen n_1 und n_2, nicht blofs die ganzzahligen Werthe annimmt, n_1 sei der kleinste, n_2 der gröfste der vorkommenden Werthe von n. Es kommt auf dasselbe hinaus, wenn man

sagt, es solle $\alpha + \beta x + \gamma x^2$ sich möglichst wenig von Null entfernen, von $x = n_2^{-2}$ bis $x = n_1^{-2}$. Diese Aufgabe läfst sich auf die einfachere zurückführen,

$$p + q\,t + t^2$$

so zu bestimmen, dafs es sich für t gleich -1 bis $+1$ möglichst wenig von Null entferne. Denn setzt man

$$\tfrac{1}{2}(n_1^{-2} - n_2^{-2})\,t = x - \tfrac{1}{2}(n_1^{-2} + n_2^{-2})\,,$$

so wird t von -1 zu $+1$ laufen, wenn x von n_2^{-2} zu n_1^{-2} läuft. Hat man demnach p und q richtig bestimmt, so braucht man nur t durch x ausgedrückt in $p + q\,t + t^2$ einzusetzen und mit $\frac{1}{4}(n_1^{-2} - n_2^{-2})^2\,\gamma$ zu multipliciren, damit der Coëfficient von x^2 gleich γ werde. Dann hat man die gesuchte Function $\alpha + \beta x + \gamma x^2$. Der gröfste, absolute Betrag, welchen $p + q\,t + t^2$ für $t = -1$ bis $t = +1$ annehmen kann, ist unter denen für $t = -\frac{q}{2}$ und $t = \pm 1$ enthalten. Und man kann offenbar durch Änderung von p und q eine Verkleinerung des gröfsten dieser absoluten Beträge erreichen, so lange sie nicht alle drei einander gleich sind. Daraus findet man $q = 0$, $p = -\frac{1}{2}$. Mithin ist die gesuchte Function:

$$\gamma\left[-\tfrac{1}{8}(n_1^{-2} - n_2^{-2})^2 + \left(x - \tfrac{1}{2}(n_1^{-2} + n_2^{-2})\right)^2\right].$$

Der gröfste Werth (absolut genommen), den die Formel für $x = n_2^{-2}$ bis $x = n_1^{-2}$ annimmt, ist gleich

$$\tfrac{1}{8}\gamma(n_1^{-2} - n_2^{-2})^2.$$

Danach kann man überschlagen, wie starke Änderungen der Constanten A, B, C unserer Formeln nach den Messungen zulässig sind.

Sei z. B. $n_1 = 3$, $n_2 = 9$, so wird

$$\alpha + \beta x + \gamma x^2 = \gamma[0.00259 - 0.1235\,x + x^2]$$

und der gröfste Werth ist:

$$0.00122\,\gamma.$$

Wird γ etwa gleich 3000 gesetzt, also $\alpha = 7.77$, $\beta = -370.5$, so kann die Änderung der ursprünglichen Formel nicht mehr als 3.66 betragen. Man sieht daraus, dafs in der Formel für die erste Nebenserie des Lithiums und ebenso in den Formeln für das zweite Paar von Nebenserien des Natriums das Glied mit der dritten Constante, welche dort die Werthe 1847, 3589, 2926 hat, ganz weggeschafft werden könnte, ohne die be-

rechneten Werthe beträchtlich zu ändern. Im ersten Fall würde die Änderung der auf 5 Stellen berechneten reciproken Wellenlänge nur 0.00122 $\times$ 1847, im zweiten 0.00122 $\times$ 3589, im dritten 0.00122 $\times$ 2926 betragen.

Sei ferner z. B. $n_1 = 4$, $n_2 = 11$, so erhält man

$$\alpha = 0.00088\gamma \ , \ \beta = -0.0708\gamma$$

und der gröfste Werth wird

$$0.00037\gamma .$$

Setzt man $\gamma = 739$, so wird $\alpha = 0.65$, $\beta = -52.3$ und der gröfste Werth 0.27.

Fügt man

$$0.65 - 52.3 n^{-2} + 739 n^{-4}$$

zu der Formel für die Hauptserie der kleineren Wellenlängen der Paare im Spectrum des Kaliums, so werden die Werthe derselben höchstens um 0.27 der fünften Stelle der reciproken Wellenlänge geändert. Dadurch wird die erste Constante genau gleich der ersten Constante in der Formel für die weniger brechbaren Linien der Paare und auch die zweiten Constanten nähern sich bis auf ein Drittel ihres vorigen Unterschiedes. Es wird dadurch unsere Bemerkung verständlich, dafs die beiden Formeln eigentlich in den beiden ersten Constanten übereinstimmen müfsten.

Erklärung der Tafel.

Auf beistehender Tafel sind die Spectren der Alkalien nach dem Mafsstab der reciproken Wellenlängen gezeichnet. Zur leichteren Orientirung ist oben der Mafsstab der Wellenlängen aufgetragen, darunter der Maafsstab der reciproken Wellenlängen, und dieser ist über dem Spectrum jedes Elementes wiederholt.

Bei jedem Element ist in der obersten Linie das Spectrum eingetragen, wie es in unseren Tabellen verzeichnet ist; in der folgenden Linie ist die Hauptserie eingetragen, in der dritten und vierten stehen die Nebenserien. Durch Zusammenschiebung dieser drei Reihen erhält man also wieder das ganze Spectrum bis auf die wenigen Linien, welche von den Serien nicht aufgenommen werden.

Da der Mafsstab der Zeichnung so klein gehalten werden mufste, haben die engen Paare nicht im richtigen Abstand gezeichnet werden können; sie liegen also im allgemeinen viel zu weit von einander entfernt. Aus demselben Grunde konnte auch bei den Hauptserien des Natriums und Kaliums nicht angedeutet werden, dafs mit wachsender Schwingungszahl die Paare enger werden. Die Tafel gibt daher nur einen Überblick über die Zusammensetzung jedes Spectrums aus Serien, und über die Lage dieser Serien bei den verschiedenen Elementen.

K. Preuß. Akad. d.

Maßstab für
Lithium
Hauptseri
1. Nebenserie
2. Nebenserie
Natrium
Hauptseri
Nebenserie
Nebenserie
Kalium
Hauptserie
Nebenserie
Nebenserie
Rubidium
Hauptseri
Nebenserie
Nebenserie
Caesium
Hauptserie
Nebenserie
Nebenserie



Maßstab für 1/λ

Lithium
Hauptserie
1. Nebenserie
2. Nebenserie

Natrium
Hauptserie
Nebenserie
Nebenserie

Kalium
Hauptserie
Nebenserie
Nebenserie

Rubidium
Hauptserie
Nebenserie
Nebenserie

Caesium
Hauptserie
Nebenserie
Nebenserie

Kayser und Runge: Linienspectren der Alkalien.



PHILOSOPHISCH-HISTORISCHE ABHANDLUNGEN.



Griechische Marmorstudien.

Von

G. RICHARD LEPSIUS,

Professor an der technischen Hochschule und Director der geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

Vorgelegt in der Gesammtsitzung am 6. März 1890
[Sitzungsberichte St. XIII. S. 205].
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 4. Juli 1890.

Einleitung.

Das Wort „μάρμαρος“ hatte bei den alten Griechen (so bei Homer) ursprünglich nur die Bedeutung von Felsstücken ohne Rücksicht auf ihre Gesteinsart[1]), und wurde später allen Gesteinen beigelegt, welche sich poliren liefsen; in dem letzteren Sinne wird die Bezeichnung „Marmor“ auch jetzt allgemein in der Steintechnik und von den Laien gebraucht, derartig, dafs so ziemlich alle harten Gesteine, welche durch ein dichtes Gefüge oder durch eine genügende Festigkeit die Eigenschaft besitzen, beim Schleifen eine schöne Politur anzunehmen, „Marmor“ genannt werden. Dieser Gebrauch hat seine Berechtigung, da es in der Technik nur auf die Brauchbarkeit eines Gesteines zu bestimmten Zwecken, nicht aber auf die geologische Entstehung oder auf die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine ankommt; der Laie vermag auch in der Regel nicht die Natur eines Gesteines zu erkennen, da für solche Erkenntnifs meistens eingehende geologische, mineralogische, mikroskopische und chemische Untersuchungen, zum Theil recht schwieriger Art, erforderlich sind. In der Praxis wird daher immer manches politurfähige Gestein „Marmor“ heifsen, das in der Wissenschaft einen andern Namen trägt. Deshalb ist von einigen Petrographen vorgeschlagen worden, in der Wissenschaft die Be-

[1]) Georg Curtius, Grundzüge der griechischen Etymologie. 4. Aufl. S. 554. Leipzig 1873.

zeichnung „Marmor“ ganz zu vermeiden; da wir jedoch aus demselben Grunde auf manche andere in der Technik gebräuchliche Namen verzichten müfsten, so wurde diesem Vorschlage nicht Folge gegeben.

In der Geologie nennen wir alle Gesteine „Marmor“, welche aus kohlensaurem Kalk bestehen und eine krystalline Structur besitzen; die dichten, nicht krystallinen Gesteine, die aus kohlensaurem Kalk bestehen, nennen wir „Kalkstein“. Da der Marmor seiner geologischen Entstehung nach in der Regel aus dem Kalksteine durch allmähliche Umwandlung der dichten, nicht krystallinen Gesteinsmasse in die krystalline Structur entstanden ist, diese Umwandlung aber oft eine unvollständige und ungleichförmige war, so finden wir in der Natur alle Übergänge aus dem dichten, muschelig brechenden Kalkstein in den krystallinen, körnigen Marmor, und der Geologe kann daher oft im Zweifel bleiben, ob er ein halb dichtes, halb krystallines Gestein noch „Kalkstein“ oder bereits „Marmor“ nennen soll. Im Ganzen sind jedoch diese Übergänge aus dem dichten in das krystalline Gestein selten in gröfserer Ausdehnung vorhanden; meistens befinden sich Kalkstein und Marmor in örtlich von einander getrennten Lagerstätten, jedes Gestein für sich ganze Berge und Gebirge zusammensetzend.

Unter dem Mikroskope vermögen wir am Genauesten die Structur-Unterschiede des Kalksteins und des Marmors in geeigneten Präparaten (sog. Dünnschliffen) zu studiren: der Kalkstein besteht aus sehr kleinen, matt durchscheinenden, nicht wasserhell durchsichtigen, Form- und Structur-losen Stückchen von kohlensaurem Kalk (Kalkspath); diese Kalkkörnchen sind in der Regel so klein und wenig durchsichtig, dafs wir die physikalischen Eigenschaften des Kalkspathes, also die vollkommene Spaltbarkeit, die Zwillingslamellen, die optischen Erscheinungen, kurz die innere Structur desselben im Mikroskop auch bei stärkerer Vergröfserung nicht deutlich erkennen können. Meist vertheilen und zerstreuen sich unregelmässig zwischen und durch die Kalkkörnchen des Kalksteins sehr kleine Partikelchen oder Fetzen von Kohlenstoffsubstanzen, durch deren Menge der Kalkstein schwarz oder dunkelgrau gefärbt sein kann; auch viele Beimischungen anderer Stoffe verunreinigen in der Regel den Kalkstein, besonders kleine Körnchen der verschiedenen Eisenmineralien (Eisenoxyd, Brauneisen, Eisenkies).

Dagegen sehen wir unter dem Mikroskop in einem vollständig auskrystallisirten Marmor, z. B. im Parischen Marmor, ein verhältnifsmäfsig grofskörniges Mosaik von wasserhell durchsichtigen Kalkspath-Krystallen, in denen wir die charakteristischen physikalischen Eigenschaften des Kalkspathes scharf und deutlich beobachten können. Sowohl die matten, structurlosen Kalkkörnchen, als die dunkel färbenden Kohlenstoff-Substanzen, wie wir sie in dem Kalkstein fanden, sind verschwunden: die ersteren lagerten sich um und vereinigten sich zu gröfseren Kalkspath-Krystallen, die letzteren verbrannten zu Kohlensäure. Auch die feinvertheilten Eisenkörnchen sind zu einzelnen kleinen Krystallen, meist zu Magneteisen, auskrystallisirt.

In einem weniger vollkommen umgewandelten und nicht vollständig auskrystallisirten Marmor, wie z. B. in dem attischen Marmor, sehen wir unter dem Mikroskop einen Theil der Gesteinsmasse bereits in einzelne gröfsere Kalkspath-Krystalle umkrystallisirt, zwischen diesen Krystallen ist aber noch ein gröfserer oder geringerer Theil von den matt durchscheinenden grauen kleinen Kalkkörnchen des ursprünglichen Kalksteins übriggeblieben.

Andere Marmore sind zwar vollständig und grobkörnig auskrystallisirt, aber die krystalline Gesteinsmasse ist durch zu viele fremde Mineralbeimengungen nicht wasserhell durchsichtig, sondern milchweifs, oder grau, dunkelgrau bis schwarz gefärbt, und läfst dann das Licht nur wenig eindringen.

Auch durch angehende Verwitterung verlieren die Marmore ihren frischen Glanz und werden matt oder milchig undurchsichtig. Die Mehrzahl der grobkörnigen Marmore besitzt ein gelockertes Gefüge, derartig, dafs das Tageswasser leicht in die zahlreichen feinen Spalten zwischen den Kalkspath-Krystallen und auf den Spaltungsflächen in die Kalkspath-Krystalle einzudringen vermag; im Allgemeinen wird daher ein Marmor um so fester („härter“ sagen die Laien) sein, je feinkörniger er ist. Da die Wasser am meisten in den Schichten nahe der Bergoberfläche circuliren, sind die frischen und festen Marmore in gröfserer Bergtiefe zu holen, und es mag diese Beobachtung wohl ein Grund dafür gewesen sein, dafs im Alterthum der beste und schönste Statuenmarmor auf der Insel Paros in tiefen, unterirdischen Gruben gewonnen wurde.

Ich war früher der Ansicht, dafs es kaum möglich sein würde, die verschiedenen griechischen Marmore mit einiger Sicherheit zu unterscheiden. Erst als ich mich in den letzten Jahren mit der Aufgabe beschäftigte, die Umwandlung des Kalksteins in Marmor nachzuweisen, erkannte ich im Mikroskope die verschiedenartigen Structuren der griechischen Marmore; durch weitere Übung gelang es mir allmählig, die verschiedenen Structuren auch mit der Lupe im frischen Gesteinsbruche wahrzunehmen, und wurde es mir dadurch möglich, die im Nachfolgenden mitgetheilten Beobachtungen über die Marmorarten der antiken Denkmäler und Bildwerke in Athen und in den Museen von Athen, auch an einigen andern Orten in Griechenland anzustellen.

Die Structur des Marmors wird verdeckt durch die Bearbeitung. Auch ist die Oberfläche der Skulpturen zuweilen angewittert oder mit Resten des Erdbodens überzogen[1]), in welchem dieselben oft Jahrhunderte lang gelegen haben. Es war mir daher in vielen Fällen unmöglich, die charakteristische Structur des Marmors an der Oberfläche der Skulpturen zu erkennen, und ich mufs es hier rühmend erwähnen und dankbar anerkennen, dafs der Generaldirector der griechischen Museen, Hr. Dr. Kavvadias in Athen, mir erlaubt hat für meine Untersuchungen, wo es nöthig war, kleine Proben von den Skulpturen abzuschlagen, nachdem er sich durch den Augenschein davon überzeugt hatte, dafs mein geologischer Hammer äusserst discret verfuhr und nur sehr kleine Stücke an bereits verletzten oder an den unbearbeiteten Theilen der betreffenden Bildwerke abschlug; hierdurch war ich in den Stand gesetzt, nicht allein die Structur des Marmors im frischen Bruche zu untersuchen, sondern ich vermochte nun auch die Proben miteinander und mit meinen Handstücken

[1]) In dieser Beziehung wäre es dringend nöthig, dafs die Denkmäler und Statuen in den Athener Museen, ganz besonders aber diejenigen im Museum zu Olympia einer gründlichen Reinigung unterzogen würden! Die Statuen der Giebelgruppen vom Zeustempel in Olympia sehen in Folge ihrer schmutzigen Oberfläche so stumpf und matt aus, als wären sie aus todtem Sandstein oder Kalkstein und nicht aus dem lebensvollen Marmor gebildet; selbst der Hermes des Praxiteles ist nur zum Theil gereinigt, sodafs unter Anderm noch die Reste der braunen Wurzelfasern des Erdreiches, in dem die Statue gelegen, an vielen Stellen der Oberfläche des schönen Parischen Marmor anhaften. Man vergleiche die Statuen in den europäischen Museen, z. B. im Louvre, in dieser Beziehung mit denjenigen in den griechischen Museen!

der Marmore, die ich vom anstehenden Fels in antiken Brüchen geschlagen, zu vergleichen, und wo es erforderlich war, einen mikroskopischen Dünnschliff herzustellen. Ich habe dadurch eine ansehnliche Sammlung von Marmorproben und mikroskopischen Präparaten griechischer Marmore gewonnen, welche für die Vergleichung der verschiedenen Marmorarten und für die recht schwierige Untersuchung und Unterscheidung der oft sehr ähnlichen Marmorstructuren mir von grofsem Werthe ist.

Trotzdem würde ich wohl kaum zu einigen für archäologische Zwecke brauchbaren Resultaten gelangt sein, wenn ich nicht dabei einem praktischen und wie ich glaube allein zum Ziele führenden Gesichtspunkte gefolgt wäre. Es giebt nämlich in den Bergen und Gebirgen von Griechenland so viele verschiedene Marmorarten, und es lagern sowohl in dem griechischen Continent, als auf den Inseln im Ägäischen Meere und in Kleinasien solche ausgebreiteten und mächtigen Massen von Marmor, dafs es ganz unmöglich wäre, alle diese griechischen Marmore zu untersuchen. Es genügt, die Marmorarten der im Alterthum ausgebeuteten Steinbrüche zu studiren; denn nur aus solchen antiken Brüchen können die Marmore der griechischen Statuen, Denkmäler und Bauwerke stammen. Ich richtete daher meine Aufmerksamkeit ganz besonders auf antike Steinbrüche und sammelte das Gesteinsmaterial, welches ich in solchen Brüchen in Griechenland anstehend vorfand[1]). Da ich jedoch während meines dreimaligen Aufenthaltes in Griechenland eine andere Aufgabe, eine rein geologische, zu erfüllen hatte, so habe ich bisher nur eine beschränkte Anzahl von antiken Marmorbrüchen, die im Folgenden namhaft gemacht werden, besuchen können. Auf dem griechischen Continent kenne ich zwar zumeist die Gegenden, in denen Marmor überhaupt vorkommt: Attika, Lakonien und Thessalien. Von den Inseln habe ich Paros und Naxos, auch einige andre Inseln der Cykladen, welche Marmor

---

[1]) Ich bemerke hier und mache die reisenden Archäologen darauf aufmerksam, dafs nur das am Ort gewachsene Gestein, dasjenige, welches der Geologe das am Ort „anstehende" Gestein nennt, für vergleichende Gesteinsstudien von Werth sein kann; es wäre sonst ein Irrthum leicht möglich und man würde etwa ein vom Menschen zu irgend einer Zeit in den Bruch verschlepptes Marmorstück aufsammeln können; auch mufs ein vom „Anstehenden" geschlagenes Handstück einen frischen Bruch zeigen und darf nicht ein verwittertes Gesteinsstück genommen werden.

enthalten, besucht. Aber von Kleinasien kenne ich nur die in Ephesos und auf der Burg von Pergamon verarbeiteten Marmorarten, und den Marmor von der Insel Marmara (Prokonnesos) im Marmara-Meere, antike Marmorbrüche habe ich bei diesen Orten in Kleinasien nicht aufgesucht; deshalb werde ich hier die von mir in Ephesos und Pergamon gesammelten Marmorarten nicht besprechen.

Für die hier niedergelegten Studien über die Marmorarten der griechischen Skulpturen mufs ich um eine nachsichtige Beurtheilung bitten, weil diese Studien meine ersten in dieser Richtung sind, und weil es eine recht schwierige Aufgabe war, die ich hiermit begonnen habe: denn es gehört eine längere Übung und eine scharfe Beobachtung dazu, die oft recht feinen und geringen Unterschiede in der Structur der griechischen Marmore zu erkennen; auch ist es nicht immer leicht, diese Unterschiede mit präcisen Worten zu bezeichnen. Ich beabsichtige, diese meine archäologisch-geologischen Marmorstudien weiter fortzusetzen, und hoffe, dafs ich, je mehr Material ich für die Vergleichung verschiedener Marmorarten sammeln oder erhalten kann, um so genauere und bessere Resultate werde erreichen können.

Ich schicke zunächst einige geologische Angaben voraus, um festzustellen, in welchen Gegenden von Griechenland überhaupt Marmor vorkommen kann. Sodann werde ich diejenigen griechischen Marmore charakterisiren, welche ich selbst vom „Anstehenden“ aus antiken Marmorbrüchen kenne, und einige Marmore anführen, welche ich an antiken Skulpturen oder Bauwerken als selbständige Arten erkannte, deren Ursprungsort mir jedoch unbekannt geblieben ist. Es folgt weiter das Verzeichnifs von den Statuen und Denkmälern, welche ich in den Museen von Athen oder im Umfange der Stadt Athen und an einigen andern Orten in Griechenland (Argos, Mykenae, Sparta, Messene, Olympia, Larissa, Naxos) auf ihre Gesteinsbeschaffenheit hin untersucht habe. Endlich will ich einige Beobachtungen mittheilen, die ich über Baumaterialien an antiken Bauwerken in Athen und in einigen andern Orten in Griechenland gemacht habe.

Der Marmor lagert in Griechenland, wie in andern Ländern auch, vorherrschend im azoischen Grundgebirge, also in den Schichtensystemen der Glimmerschiefer und Gneisse. Dieses krystalline Grundgebirge tritt

nur in den folgenden Landstrecken von Griechenland zu Tage: im südlichen Theil der Insel Euboea, auf allen Inseln der Cykladen, mit Ausnahme der Inseln Amorgos und Milos; auf dem Continent nur in den Bergen und Gebirgen der östlichen und mittleren Theile von Thessalien, in Attika und in Lakonien, hier bis in die südlichen Berge von Arkadien und der Argolis hinein. In Thessalien wird das östliche Küstengebirge, also Olymp, Tempethal, Ossa, Pelion und die Magnesische Halbinsel bis zur Einfahrt in den Golf von Volo aus den krystallinen Schichtensystemen zusammengesetzt; ebenso besteht die Bergkette, welche mitten durch Thessalien von Nord nach Süd von der Peneios-Enge zwischen Larissa und Trikkala bis in die Gegend von Velestino (Pherae) hindurchzieht, in ihren nördlich gelegenen Theilen aus den krystallinen Gesteinen und führt besonders in dem Peneios-Durchbruch in der Gegend von Alifaka und Zarkos ansehnliche Massen von Marmor. Die Berge und Gebirge von Attika bestehen zum gröfsten Theil aus dem krystallinen Grundgebirge, und zwar aus Glimmerschiefer und Marmor. Im Peloponnes finden wir diese ältesten Schichten fast nur in Lakonien, und zwar hier vorwiegend im Parnon-Gebirge (Malevó) bis nach Arkadien (Tegeatis) und bis in die Argolis (Kynuria) hinüber; sodann im Taygetos und in der Mani, der mittleren Halbinsel im Süden des Peloponnes.

In den übrigen continentalen Gebieten von Griechenland fehlt das krystalline Grundgebirge an der Erdoberfläche vollständig; vielmehr enthalten dieselben nur bedeutend jüngere Schichtensysteme, nämlich die Kalksteine, Thonschiefer, Mergel, Sandsteine und Conglomerate der Kreide- und der Tertiär-Zeit[1]); wir treffen daher in den oben nicht genannten, ausgedehnten Gebieten von Hellas und vom Peloponnes keinen Marmor,

[1]) Ich brauche hier nicht darauf einzugehen, dafs ich in Attika, im Parnon-Gebirge und im Taygetos auch Marmore kenne, welche nicht dem krystallinen Grundgebirge angehören, sondern aus dem sehr viel jüngeren Kreidekalk durch Umwandlung (Metamorphose) entstanden sind; diese local beschränkten Marmore können zumeist wegen ihrer Kleinstückigkeit überhaupt nicht zu technischen Zwecken benutzt werden; auch fand ich keine Spuren, dafs solche jüngeren Marmore im Alterthum oder in der Neuzeit in Steinbrüchen ausgebeutet worden wären. Man hatte ja gerade in diesen drei Gebieten ein viel schöneres und brauchbareres Material in den dort verbreiteten Marmoren des krystallinen Grundgebirges. Im übrigen Griechenland kommen, so viel mir bekannt ist, solche aus Kreidekalken entstandenen Marmore nicht vor.

keine Glimmerschiefer und Gneisse an; ich will hier namentlich hervorheben, dafs die Provinzen Boeotien, Argolis (mit Ausnahme der südlichen Berge in der Kynuria), Arkadien (mit Ausnahme der südöstlichen Berge in der Tegeatis), Messenien, Elis und Achaja keinen Marmor führen. Diese Landschaften Griechenlands waren daher durchaus darauf angewiesen, Marmor aus anderen Gegenden zu importiren.

Beschreibung der griechischen Marmorarten.

a. Attika.

Attika ist unter allen Landschaften von Griechenland verhältnifsmäfsig am reichsten mit Marmor ausgestattet: in dem krystallinen Glimmerschiefersysteme von Attika lagert eine untere (das heifst geologisch ältere) Marmor-Formation, deren Mächtigkeit etwa 500^{m} beträgt; dieselbe besteht fast ganz aus weifsem Marmor, wenige dünne Bänke oder Schmitzen von Glimmerschiefer schalten sich im oberen Theil derselben zwischen die dicken Marmor-Schichten ein. Dieser „Untere[1]) weifse Marmor von Attika", wie ich denselben nenne, bildet die Hauptmasse, und zwar die inneren Theile der hohen Erhebung des Pentelischen Gebirges, so dafs derselbe zu Tage tritt östlich vom Kloster Penteli, der Stätte, auf welcher einst der Demos Pentele gestanden hat[2]), bis hinüber auf die steil abstürzende Nordseite des Hauptkammes, auf der Seite, welche sich gegen das Dionysos-Heiligthum im oberen Rapedosa-Thale wendet. Sodann besteht der hohe Rücken des Hymettos aus dem „Unteren

[1]) Für Nicht-Geologen bemerke ich hier, dafs der „Untere", d. h. geologisch ältere, früher als der „Obere" entstandene Marmor, sich nicht immer auch räumlich unten zu befinden braucht; er kann in den Gebirgen hoch hinaufgehoben sein, wie er denn z. B. auf dem höchsten Rücken des Hymettos und auf dem höchsten Kamme des Pentelikon lagert, während der Obere Marmor am Fusse und auf den mittleren Höhen dieser Gebirge anzutreffen ist.

[2]) Ich nehme an, dafs die grofsen Schuttflächen, welche ich gleich oberhalb des jetzigen Klosters in der Umgebung der grofsen, dort entspringenden Wasserquelle antraf, die Stätte des antiken Demos Pentele war; von diesem Demos wurden die Marmorbrüche die „Pentelischen" und nach demselben wurde auch das Gebirge, welches früher Brilessos hiefs, „Pentelikon Oros" genannt; der Name ist dem Kloster „Pendeli" oder „Mendeli" verblieben; vergl. L. Ross, Das Pentelikon bei Athen und seine Marmorbrüche, im Kunstblatt, Jahrg. 1837 No. 2—4, Berlin.

weifsen Marmor von Attika": von dem Passe zwischen dem Kloster Asteri und dem Dorfe Liopesi an bis zu dem Pirnari-Passe, über welchen ein Pfad vom Hofe Chasani hinüberführt nach dem Dorfe Koropí in der Mesogia. Endlich verbreitet sich dieselbe mächtige Marmorstufe in mehrfachen Aufbrüchen im Laurischen Berglande.

Eine zweite, dem geologischen Alter nach jüngere Marmorformation lagert in mehreren, nicht sehr mächtigen Zonen in den Glimmerschiefern, welche über dem „Unteren weifsen Marmor von Attika" folgen. Dieser „Obere Marmor von Attika" unterscheidet sich von dem „Unteren Marmor" dadurch, dafs derselbe in der Regel grau und bläulichgrau gefärbt und graustreifig gezeichnet ist, dafs er meist in scharfgeschichteten Platten bricht, oft sogar ziemlich dünnplattig wird, so dafs aus ihm die Fufsboden-Platten gewonnen werden, wie sie im Alterthum und in der Neuzeit in Athen stets verwendet wurden. Dieser „Blaue Marmor" wird gewöhnlich im Gegensatz zu dem Unteren weifsen Pentelischen Marmor als der „Hymettische Marmor" bezeichnet: er bildet in der That einen grofsen Theil der Nordspitze und der nordwestlichen Vorberge des Hymettos; er ist aber ebenso im ganzen Pentelischen Gebirge verbreitet, wo er jetzt in grofsen Steinbrüchen östlich von Kephissia für die Hausbauten der modernen Stadt Athen gebrochen wird. Auch im Berglande von Laurion finden wir ihn wieder.

Diese ausgebreiteten und mächtigen Marmorlager in Attika[1]) wurden im Alterthum nur an wenigen Orten ausgebeutet, um zu Skulpturen, Denkmälern, Inschriftsteinen und Bauwerken verwendet zu werden. Von antiken Brüchen in Attika, in welchen andere Gesteine als Marmor gebrochen wurden, werden wir im letzten Abschnitte dieser Abhandlung einige erwähnen, und zwar die auf der Halbinsel Akte am Piraeus („Aktites Lithos"), die bei Kará und bei Daphni an der heiligen Strafse nach Eleusis; hier berücksichtigen wir zunächst nur die Marmorbrüche.

---

[1]) Ich habe Attika mit Unterstützung der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin geologisch aufgenommen auf Grundlage der topographischen Karte von Attika im Mafsstabe 1 : 25000, welche bis jetzt in 14 Sectionen herausgegeben wurde vom Kais. deutschen archäologischen Institut unter der Leitung von E. Curtius und J. A. Kaupert, aufgenommen von Officieren des Königl. preussischen grofsen Generalstabes, Berlin 1875 —1885.

I. Der Untere weifse Pentelische Marmor.

Die antiken Marmorbrüche im Pentelikon liegen auf der Südwestseite des höchsten Theiles vom Pentelischen Gebirge; wenn man von der Höhe der Akropolis in Athen gegen Nordosten blickt und die wie ein Tempelgiebel schön geformte Bergpyramide des Pentelikon betrachtet, so sieht man durch die klare attische Luft mit unbewaffnetem Auge die Reihe der weifsen antiken Brüche etwas rechts vom Gipfel gerade hinuntersteigen bis zu der Thaleinsenkung, in welcher versteckt hinter den Vorbergen jetzt das Kloster Penteli steht; links vom Gipfel, aber nur in halber Berghöhe erscheinen deutlich die grofsen weifsen Flecke der modernen Marmorbrüche.

Im Alterthum wurden derartige werthvolle Brüche, wie am Pentelikon, aus denen man grofse Marmorblöcke gewinnen wollte, sehr rationell betrieben: man schnitt den Berg stets in senkrechten Wänden an, und stellte die Wände in Winkeln von 90° gegen einander, so dafs durch den Abbau selbst immer schon rectangulär geformte Blöcke entstanden; die nicht brauchbaren Stücke und der abfallende und abgemeifselte Schutt wurde sogleich fortgeräumt und auf die Halden aufserhalb des Bruches am Bergeshange abgestürzt: daher sehen wir, wenn wir von der Stätte des Demos Pentele den antiken Pflasterweg, die alte Schleifbahn, am Gebirge hinaufsteigen, diese grofsen und kleinen Brüche alle einer über dem andern in der gleichen charakteristischen Form von senkrecht in den Berg eingeschnittenen Steinkammern vor unsern Blicken sich öffnen; in den grofsen Brüchen stehen senkrechte Wände bis zu 30^{m} Höhe. Wir zählen auf dieser Bergfläche des Pentelikon fünfundzwanzig antike Marmorbrüche, von denen der oberste fast auf dem höchsten Kamme des Gebirges in 1020^{m} Höhe über dem Meere liegt (der Gipfel des Pentelikon besteht aus jüngerem Glimmerschiefer und Oberem grauen Marmor; er erreicht die Höhe von 1108^{m}). Wenn man eine ungefähre Berechnung anstellt über die Quantitäten Marmor, welche aus diesen 25 Steinkammern am Pentelikon im Alterthum entnommen worden sind, so gelangt man zu Massen von mehr als 400000^{cbm}, Massen, die es begreiflich erscheinen lassen, dafs nicht nur in Athen die gröfsten Bauwerke

(Parthenon, Erechtheion, Propylaeen, Theseion, Olympieion) aus diesem Marmor gebaut wurden, sondern dafs wir den Pentelischen Marmor an vielen antiken Stätten Griechenlands (und nicht zum wenigsten auch in Rom) wiederfinden; alle Museen Europa's enthalten Statuen und Denkmäler, deren Material diesen Brüchen am Pentelischen Gebirge entstammt. Einer der gröfsten antiken Brüche am Pentelikon ist derjenige, welcher in ca. 700^{m} Meereshöhe liegt und in dessen Hintergrund eine Tropfsteinhöhle angefahren wurde, in der eine kleine byzantinische Kapelle eingebaut ist; dieser Bruch wurde unter König Otto im Jahre 1836 nach Nordwesten zu weiter ausgebrochen und lieferte die Werksteine zum Bau des Königlichen Schlosses in Athen.

In anderen Theilen des Pentelischen Gebirges habe ich keine antiken Marmorbrüche gesehen, auch nicht im Nordabhange des Hauptkammes, wo jetzt mehrere Brüche in Betrieb stehen. Es war auch ganz rationell, dafs die Brüche im Alterthum auf einen nicht umfänglichen Theil des Gebirges beschränkt wurden: so konnten alle Brüche den gepflasterten Weg als Schleifbahn für die Blöcke den Berg hinab bis zum Demos Pentele und von hier aus die gut gebaute Strafse nach Athen für ihre von Maulthieren gezogenen schweren Lastwagen benutzen; auch wohnten die Steinbrecher, die jedenfalls zumeist Sklaven waren, wohl alle zusammen in dem Demos Pentele, nahe den Brüchen, in denen sie arbeiteten. Auch gelangte man durch einen solchen concentrirten Abbau in den grofsen Brüchen verhältnifsmäfsig tief in den Berg hinein und erreichte dadurch festere, bessere Marmorbänke, da die Gesteinsschichten je weiter von der Bergoberfläche entfernt, um so weniger von dem eindringenden Tageswasser angegriffen und weniger von Spalten und Klüften durchzogen werden.

Der Marmor aller dieser antiken Brüche auf dem mittleren Südwestabhange des Pentelischen Hauptkammes gehört zu der Marmorstufe, welche wir oben den „Unteren Marmor von Attika“ nannten.

Der Untere weifse Pentelische Marmor zeichnet sich durch die folgenden Eigenschaften von anderen Marmoren aus: er ist schneeweifs, und zwar etwas stumpf milchig weifs, mit einem Stich ins gelbliche; hellgraue Streifen kommen nur selten und in untergeordnetem Maafse vor, während eine bläulichgraue Färbung und Streifung im Obe-

ren Marmor von Attika (sog. „Hymettischer" Marmor, und am Pentelikon z. B. der Marmor aus den modernen Brüchen) die Regel ist und vor den weifsen Tönen bedeutend vorherrscht.

Der Untere weifse Pentelische Marmor zeigt stets deutlich seine krystalline Structur, und seine Zusammensetzung aus unendlich vielen kleinen Kalkspath-Krystallen, deren Spaltungsflächen im auffallenden Lichte erglänzen; dieser Glanz und Reflex, die leuchtende und schimmernde Natur eines jeden Marmors (daher λευκὸς λίθος, der weifse, eigentlich der „schimmernde" Stein, wie der Marmor von den griechischen Schriftstellern genannt wurde[1]) ist beim Pentelischen Marmor in ansehnlich geringerem Mafse vorhanden, als bei dem guten Parischen Marmor, dem λυχνίτης λίθος (vergl. unten). Der weifse Pentelische Marmor ist feinkörnig-krystallinisch, und zwar gleicht er in seiner Korngröfse (auch in der Farbe) unserm gewöhnlichen deutschen Zucker, während er feinkörniger ist, als der sog. Krystall- oder Kolonial-Zucker. Besonders charakteristisch in dieser Structur ist, dafs die mit blofsem Auge sichtbaren Krystalle durchschnittlich 0,5—1^{mm}, selten bis zu 2^{mm} Durchmesser, aber nicht über 2^{mm} grofs werden, und dafs diese glänzenden Krystallkörner von einander getrennt bleiben durch eine sehr feinkörnige bis dichte, matt durchscheinende, milchweifse Grundmasse.

Unter dem Mikroskop bei durchfallendem und polarisirtem Lichte erkennt man diese eigenthümliche Structur des Pentelischen Marmors noch schärfer und charakteristischer: ein körniges Mosaik von wasserhell durchsichtigen Kalkspath-Krystallen ist durchzogen von einer Zwischenmasse von vielen sehr kleinen matt durchscheinenden oder trüb grauen Kalkspath-Körnchen, die sich auch in Flecken oder in durchziehenden Strähnen stellenweise anhäufen; die wolkigen Trübungen der Zwischenmasse lösen sich bei starker Vergröfserung in winzig kleine Einschlüsse fremder Mineralbestandtheile auf, welche zwar auch in den gröfser ausgeschiedenen Krystallen, jedoch in geringerer Menge vorhanden sind; diese winzigen Einschlüsse sind wegen ihrer Kleinheit weder mineralo-

[1]) Georg Curtius, Griechische Etymologie, 4. Aufl., Leipzig 1873, S. 160: „λευκός vom Stamme λυκ-, dessen specifische Bedeutung die des Schimmerns zu sein scheint".

gisch, noch chemisch ihrer Natur nach festzustellen. Solche Verunreinigungen durch fremde sehr kleine Mineraltheilchen erscheinen in gröfserer oder in geringerer Menge in allen Marmoren, auch im besten Parischen Marmor, und sind in weit stärkerem Maafse in allen Kalksteinen vorhanden.

Die ausgeschiedenen, gröfseren Kalkspath-Krystalle zeigen im mikroskopischen Dünnschliffe deutlich die krystallographischen Eigenschaften des Kalkspathes: sie polarisiren meist in ziemlich lebhaften Farben; die rhomboëdrische Spaltbarkeit ist in scharfen Linien sichtbar; die Mehrzahl der Krystalle gliedern sich in mehrfach wiederholte Zwillingslamellen (polysynthetische Zwillinge); fast alle diese gröfseren Krystall-Körner sind wasserhell durchsichtig. Krystallflächen haben sich freilich auch bei den vereinzelten Körnern niemals ausgebildet, so dafs alle Krystalle unregelmäfsig abgerundet oder eckig gestaltet sind. Im Gegensatz zu diesen gut auskrystallisirten Kalkspath-Krystallen lassen die kleinen, matt durchscheinenden Körnchen der dichten Grundmasse die optischen und krystallographischen Eigenschaften des Kalkspaths nur in schwachem Maafse oder gar nicht erkennen; besonders fehlen ihnen stets die Zwillings-Lamellen und die scharfen Spaltungslinien; sie verhalten sich also gerade so wie die Kalkkörnchen, welche die Gesteinsmasse der gewöhnlichen dichten Kalksteine zusammensetzen.

Die milchige Undurchsichtigkeit des Pentelischen Marmors rührt her von dieser Zwischenmasse, von der Menge kleinster, trüber Kalkspath-Körnchen, welche wohl als ein Rest des ursprünglichen Kalksteinmaterials, aus dem der Marmor entstanden, zu betrachten ist.

Die Kornstructur der Marmore aus den antiken Brüchen am Pentelikon ist nicht immer ganz genau die gleiche; sie schwankt in Grenzen, welche allerdings nahe bei einander liegen, und in einem Maafse, das erst bei einiger Übung zu bemerken ist. So schlug ich vom Anstehenden in einem der am weitesten nach Norden liegenden antiken Brüche verhältnifsmäfsig körnige Varietäten, in denen das Krystallkorn vielfach 1—1,5^{mm}, auch bis 2^{mm} grofs wird und bedeutend an Menge vorwiegt gegen die dichte Zwischenmasse vom kleinsten Körnchen. Solche Abarten des Pentelischen Marmors sehen dann wohl im ersten Anblick dem feinkörnigen guten Parosmarmor ähnlich; z. B. ist der Erechtheion-Fries aus solchem körnigen Pentelischen Marmor gefertigt. Auch in den modernen Brüchen

auf der Nordseite des Pentelischen Hauptkammes gegenüber dem Dionyson bestehen die dicken Bänke meist aus ziemlich körnigem Marmor; jedoch ist der Tempel des Dionysos im oberen Rapedosa-Thale nicht aus diesem Marmor (es sind auch keine antiken Brüche auf der Nordseite des Pentelikon vorhanden), sondern aus dem typischen Marmor der alten Brüche beim Demos Pentele auf der Südseite des Gebirges gebaut worden, wie ich constatiren konnte. Solchen weifsen Pentelischen Marmor, der sich von dem gewöhnlichen Marmor der antiken Brüche durch etwas gröfsere Körnigkeit unterscheiden läfst, werde ich als „Unteren weifsen, ziemlich körnigen Pentelischen Marmor" besonders bezeichnen.

Neben der Structur ist als charakteristisch für den Pentelischen Marmor hervorzuheben, dafs derselbe häufig Glimmer und Eisenerzkörnchen enthält und zwar diese Mineralien in solcher Gröfse, dafs sie mit blofsem Auge oder mit der Lupe zu erkennen sind. Der Glimmer ist in der Regel der lichte, silberweifse Kali-Glimmer (Muskovit), sodann der hellgrüne bis dunkelgraugrüne Chlorit-Glimmer; auch röthlich-violette eisenhaltige Kali-Glimmer kommen vor; dagegen fehlt vollständig der dunkelbraune Magnesia-Glimmer (Biotit), den ich in den Inselmarmoren (z. B. von Paros, Tinos) kenne. Die genannten Glimmer liegen im Pentelischen Marmor angehäuft auf den Schichtflächen, oder sie ziehen in unregelmäfsigen Fladen und Strähnen parallel der Schichtung durch den Marmor, oder sie finden sich nur in feinen Blätterdurchgängen oder endlich nur in vereinzelten Blättchen mitten in der Marmormasse verstreut. Im Alterthum wurden diejenigen Marmorbänke vom Pentelikon, welche dicke Glimmerfladen enthielten, entweder auf die Halde geworfen, oder nur zu Bauwerken, aber nicht zu Skulpturen verwendet; im antiken Statuenmarmor vom Pentelikon sieht man daher nur die feinen Glimmerdurchgänge oder nur einzelne Glimmerblättchen. Den Werkstücken aus Pentelischem Marmor dienen starke Glimmeranhäufungen nicht zum Vortheil, wie man an den Säulentrommeln des Olympieion oder des Parthenon erkennen kann, welche in den Glimmerflächen bei angehender Verwitterung leicht zerspalten und abblättern.

Die Eisenerzkörnchen liegen nur vereinzelt im Marmor, vereinigen sich selten zu mehreren; sie bleiben meistens sehr klein, geben sich aber dadurch leichter zu erkennen, dafs sie sich häufig umgeben mit einer

braunen Zone, die durch Verwitterung des Eisens und Umsatz in Brauneisen (Eisenoxydhydrat) entstanden ist. In der Regel bestehen die Eisenkörnchen aus Eisenkies, seltener aus Eisenglanz oder Magneteisen; im Mikroskope sieht man, dafs diese Eisenerze ziemlich häufig auch in ganz kleinen Körnchen im Pentelischen Marmor vorkommen.

Der Pentelische Marmor zeichnet sich daher vor anderen griechischen Marmoren durch seinen Eisengehalt aus: die schöne goldbraune Patina auf den Säulen und Werkstücken des Parthenon, der Propylaeen, des Theseion, des Olympieion und aller anderen dem Wetter ausgesetzten Bauwerke und Denkmäler aus Pentelischem Marmor rührt davon her, dafs bei der Anwitterung der Gesteinsoberfläche der Kalk des Marmors vom Regenwasser aufgelöst und fortgeführt wird, dagegen der Eisengehalt des Marmors umgesetzt wird in Brauneisen (Eisenoxydhydrat), dessen intensive braune Färbung auch bei Gegenwart von nur sehr kleinen Quantitäten deutlich zu Tage tritt. Ich liefs ein Stück schneeweifsen Marmors, das ich in dem oben erwähnten antiken Bruche mit der Tropfsteinhöhle („Spilia") vom Anstehenden schlug, analysiren; diese chemische Analyse ergab einen für weifsen Marmor verhältnifsmäfsig hohen Gehalt an Eisen, nämlich:

Kalkerde	CaO	56,000 pCt.	kohlensaurer Kalk in Form
Kohlensäure	CO^2	44,002 „	von Kalkspath.
Eisenoxyd	Fe^2O^3	0,122 „	
		100,124 pCt.	

Dafs die Tempelreste auf dem Südkap von Attika, auf Sunion, so schneeweifs erscheinen, während der Marmor derselben stärker verwittert ist, als derjenige auf der Akropolis von Athen, kommt nur daher, dafs der Marmor von Sunion, den wir unten unter No. V näher kennen lernen werden, nach der chemischen Analyse, die ich von demselben ausführen liefs, kaum Spuren von Eisen in seiner Gesteinsmasse enthält.

Auch Quarzkörnchen sind unter dem Mikroskop im Pentelischen Marmor zu beobachten, jedoch nur vereinzelt; in einem Dünnschliff von ca. 2 ^{qcm} Gröfse konnte ich sechs solcher Quarzkörnchen zählen; auch in anderen Marmorarten, z. B. auch in den Marmoren von Paros und von Carrara, konnte ich derartige mikroskopisch kleine Quarze mitten zwischen den Kalkspath-Körnern nachweisen. Gröfsere, mit blofsem Auge

sichtbare Quarzaggregate sah ich im Pentelischen Marmor niemals, während ich dieselben aus Parischem und Carrarischem Marmor kenne; im besten weifsen Carrara-Marmor kommen sogar zuweilen schöne, wasserhell durchsichtige Quarzkrystalle, rings von Krystallflächen umgeben, in kleinen Hohlräumen des Gesteins vor. Den Bildhauern ist es bekannt, dafs der Parische und Carrarische Marmor unter dem Stahlmeifselschlag zuweilen Funken giebt, was nur von dem harten Quarze herrühren kann; beim Pentelischen Marmor ist mir diese Kunde nicht zugekommen, obwohl es nicht ausgeschlossen ist, dafs auch im Pentelischen gröfsere Quarze anzutreffen wären, da ich die Gegenwart der Quarzkörnchen mikroskopisch auch in diesem Marmor nachweisen konnte.

Einige jüngere Archäologen haben bei ihren Untersuchungen in Olympia und Athen neuerdings versucht, den Pentelischen Marmor vom sog. Hymettischen oder vom Parischen dadurch zu unterscheiden, dafs die beiden letzteren beim Zerschlagen oder bei kräftigem Ritzen mit dem Messer in der Regel einen bituminösen Geruch wahrnehmen lassen, der Pentelische dagegen niemals einen solchen Geruch zeigt; soviel mir bekannt wurde, rührt diese Methode der Untersuchung von dem griechischen Marmorarbeiter Kaludis her, der in Olympia bei Herrichtung und Aufstellung der Skulpturen im Museum beschäftigt war, und der jetzt in derselben Weise in den Athener Museen thätig ist. In der That erweisen die meisten Marmore, z. B. die von Dolianá in Arkadien, die aus Thessalien, die von Naxos, Paros, Syra und den andern Cykladen, auch die von Carrara, in der Regel beim Zerschlagen einen Geruch, der übrigens nicht von Schwefel, wie meist angenommen wurde, sondern von einem Bitumen, also von Kohlenwasserstoff-Verbindungen, herrührt. Wir erwähnten bereits, dafs die Kalksteine und auch noch viele Marmore kleine schwarze Kohlenstoff-Partikelchen enthalten, bei deren Verbrennung derartige bituminös riechende Kohlenwasserstoff-Verbindungen entstehen.

Nach meinen Erfahrungen scheint dem weifsen unteren Marmor, ebenso wie dem bläulichgrauen oberen Marmor aus dem Pentelischen Gebirge in der That stets dieser eigenthümliche bituminöse Geruch zu fehlen, alle andern griechischen Marmore scheinen dagegen in der Regel denselben in geringerem oder stärkerem Maafse zu besitzen; aber da ich fand, dafs die letzteren auch zuweilen n i c h t riechen, so ist dieses nega-

tive Kennzeichen für Pentelischen Marmor nur mit Vorsicht zu verwenden. So fand ich z. B. in einem Steinbruche in den Vorbergen des Hymettos am Ausgange des Kakorevma, also in der Gegend, in welcher antike Brüche vorhanden sind, einen dunkelblaugrauen oberen Marmor vor, der keine Spur von bituminösem Geruch zeigte. Dagegen riechen allerdings die sämmtlichen Stücke, welche ich in den antiken Brüchen auf der Insel Paros vom Anstehenden abschlug, ziemlich stark bituminös, auch die vom besten, schneeweifsen Lychnites aus den unterirdischen Gruben der Nymphen-Grotte.

Der Pentelische Marmor ist stets deutlich geschichtet; wenn graue Streifen durch denselben ziehen oder gröfsere Glimmerfladen und Glimmerdurchgänge, so verlaufen diese parallel der Schichtung. Man erkennt auch in der Regel im kleinen Handstück, wie im Mikroskope, dafs die Kalkspath-Krystalle, die Strähne der dichteren Grundmasse und vor allem die Glimmerblättchen stets nach einer Richtung, und zwar parallel der Schichtung gelagert sind. Diese Schichtung des Pentelischen Marmors hat den Vortheil, dafs die Blöcke lagerhaft geschnitten werden können, d. h. dafs man den Marmor in dicken Platten oder Quadern parallel den Schichtflächen und Schichtfugen leichter als nach den anderen Richtungen aus der anstehenden Bank herausbrechen kann. In den modernen Marmorbrüchen am Pentelikon benutzt auch der Arbeiter die Schichtung des Marmors, um lagerhafte Stücke zu gewinnen. Die Alten aber haben nach meinen Beobachtungen sich selten nach der Schichtung gerichtet, sondern häufig die Blöcke schief zur Schichtung aus dem Anstehenden herausgehauen; und zwar folgte dies aus ihrer Methode des Abbaues in den Marmorbrüchen: die Schichten fallen in den antiken Brüchen am Pentelikon meist in schiefen Winkeln in den Berg hinein, während die Alten den Berg stets in senkrechten resp. horizontalen Flächen einschnitten. Wir sehen daher bei den Werkstücken antiker Bauten, die aus Unteren weifsen Pentelischen Marmor gefertigt wurden, auf der Akropolis, am Theseion, am Olympieion etc., die Schichtung meist quer durch die Säulentrommeln, Architrave und Mauerquadern hindurchlaufen — nicht zum Vortheil der Haltbarkeit dieser Stücke: denn wir sehen zugleich, dafs das Regenwasser in diese Schichtfugen und Glimmerdurchgänge eindringt und von denselben aus den Marmor zernagt und anwittert; parallel den

Schichtfugen blättern z. B. häufig Schalen und Platten von den Säulentrommeln des Parthenon oder des Olympieion ab; auch zerbrachen wohl die aus dem Berg frisch gemeifselten Blöcke häufig gleich nach der Gewinnung oder beim Transport parallel einer versteckten Schichtfuge oder in einem Glimmerdurchgange.

Obwohl die meisten Marmore eine Schichtung zeigen, da sie aus geschichteten Kalksteinen entstanden, so sind doch bei den grobkörnigen auskrystallisirten Marmoren die Schichtfugen im Ganzen durch die neugebildeten Kalkspath-Krystalle stärker zugewachsen, als es bei dem feinkörnigen, weniger vollkommen auskrystallisirten Pentelischen Marmor der Fall ist; durch graue Streifen und Glimmerlagen wird beim Pentelischen Marmor die Schichtung noch deutlicher sichtbar, während der Parische und andere grobkörnige Inselmarmore selbst in gröfseren Blöcken oft gar nicht, oder nur recht unvollkommen und undeutlich den Verlauf der Schichtung erkennen lassen.

Die versteckten Schichtfugen und Glimmerdurchgänge beim Pentelischen Marmor und im Gegensatz hierzu die gleichmäfsige und massige Structur der Inselmarmore, waren wohl auch unter Anderem ein Grund dafür, dafs die Bildhauer im Alterthum den letzteren vor dem attischen Marmor vorzogen. Nur der grofse athenische Patriot Perikles liefs den einheimischen Marmor auch für die Skulpturen seiner Prachtbauten auf der Akropolis verwenden; daher leider auch die Giebelgruppen und die Reliefs des grofsen Frieses und der Metopen jetzt oft in den Schichtfugen verwittert und abgespalten sind. Dagegen bestehen die Skulpturen der Friese am Theseion und am Sunion-Tempel, die im Übrigen ganz und gar aus attischem Marmor erbaut sind, nicht aus diesem, sondern aus Parischem Marmor.

Immerhin erkennen wir auch beim Pentelischen Marmor, wie bei allen Sediment-Gesteinen von ein und demselben Fundorte und selbst aus ein und demselben Steinbruche, dafs seine Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung und Zerstörung durch Regenwasser und Sonnengluth verschieden grofs ist; wir finden in den antiken Brüchen am Pentelikon dichtere und festere („härtere") Marmorbänke wechsellagernd mit „loskörnigeren" (d. h. lose im Gefüge der Kalkspath-Körner), nicht mehr so frischen oder ursprünglich nicht so fest struirten

Marmorlagern. Mir schien es auch z. B. als ob der Pentelische Marmor, welcher am Erechtheion zur Verwendung kam, fester und frischer ist, resp. sorgfältiger in den Brüchen ausgewählt worden wäre, als es mir bei den Stücken des Parthenon und der Propylaeen der Fall gewesen zu sein scheint; denn wie scharf und schön erhalten sind im Allgemeinen die vorzüglich gearbeiteten, zarten Ornamente am Erechtheion, im Gegensatz zu den zum grofsen Theil an den Ecken, Kanten und Linien stark abgewitterten Werkstücken am Parthenon und Propylaeen, die doch aus demselben Penteli-Marmor gemeifselt wurden!

II. Der Obere blaugraue Pentelische Marmor.

Über diesen Marmor kann ich mich hier kurz fassen, da derselbe wenig im Alterthum zur Verwendung kam, und da mir auch keine grösseren antiken Brüche in solchem Marmor im Pentelischen Gebirge bekannt sind. Jedoch gewinnen die modernen Brüche am Pentelikon vorwiegend diesen Marmor: es sind das diejenigen Brüche, welche östlich von Amarussi und Kephissia liegen, in der Umgegend der Kapelle Hagios Georgios längs des Bergrückens hinauf bis zum Kokkinaras (841^{m}) und in halber Höhe des Gebirges im Thalhintergrunde 2^{km} oberhalb der genannten Kapelle; von diesen grofsen Brüchen aus führen schwergebaute Wagen, mit Pferden oder Maulthieren bespannt, die Marmorplatten, Marmorblöcke, auch ziemlich grofse Säulenmonolithe, Treppenstufen, Thür- und Fensterpfosten etc. auf den Strafsen über Chalandri direct nach Athen, wo die neueren, besseren Häuser und Prachtbauten diesen Marmorschmuck in reichem Maafse anwenden. Auch Fufsboden-Platten werden, wie vom Hymettos, so auch aus diesen Pentelischen Brüchen jetzt nach Athen geliefert. Der Untere weifse Pentelische Marmor wird nahe seiner oberen Grenze gegen den auflagernden Glimmerschiefer bereits blaugrau und blaustreifig, und reichen daher die genannten modernen Brüche bis in diese oberen Horizonte des unteren Pentelischen Marmors hinab. Einige andere modernen Brüche liegen ganz im weifsen unteren Marmor: so diejenigen, welche weiter südlich, am unteren Abhange des Hauptkammes nicht weit von den antiken Brüchen nördlich vom Kloster

Penteli, und die beiden Brüche, welche auf der Nordseite des Gebirges am Fufs des höchsten Penteli-Gipfels gegenüber dem Dionyson eröffnet sind. In den letztgenannten Brüchen wird ein Marmor gebrochen, der ein wenig körniger ist, als derjenige in den antiken Brüchen der Südseite des Gebirges; auch ist er schneeweifs, enthält häufig grofse Fladen und Durchgänge von grünem chloritischen Glimmer; er gehört zu dem besten Marmor, den das Pentelische Gebirge überhaupt liefert.

Der obere bläulichgraue und graustreifige Pentelische Marmor ist schwer vom oberen blaugrauen Hymettischen Marmor zu unterscheiden, nur dadurch, dafs er etwas körniger als dieser ist, und dafs er beim Anschlagen keinen bituminösen Geruch entwickelt, während der Hymettische, wie erwähnt, in der Regel bituminös riecht. Da indessen im Alterthum der obere blaugraue Marmor offenbar nur wenig am Pentelikon, in grossen Massen aber am Hymettos gewonnen wurde, so wird man selten fehl gehen, wenn man den bei antiken Bauwerken oder Denkmälern verwendeten bläulichgrauen attischen Marmor für Hymettischen hält.

III. Der Obere blaugraue Hymettische Marmor.

Die zahlreichen antiken Brüche an den nordwestlichen und nördlichen Abhängen des Hymettos enthalten sämmtlich den oberen grauen und graustreifigen Marmor von Attika; im griechischen Alterthum wurde dieser blaugraue, speziell „Hymettische“ genannte Marmor an Bauwerken, bei Inschriftsteinen und zu einfachen Denkmälern in Athen vielfach verwendet; jedoch scheint er noch mehr in späterer Zeit bei den Römern beliebt gewesen zu sein, die ihn zur Kaiserzeit in zahlreichen und grossen Werkstücken, besonders aber in Säulenmonolithen nach Rom gebracht haben. Da der bei weitem gröfste Theil der Marmore in Griechenland, sowohl auf dem Continent als auf den Inseln, und ebenso in Kleinasien, hellgrau oder graustreifig gefärbt ist, so kann der „Hymettische“ Marmor leicht mit anderen grauen Marmoren verwechselt werden, falls man nicht genau auf die charakteristische Structur dieses Marmors achtet[1]).

---

[1]) In der Beschreibung der Stadt Rom von Platner, Bunsen, Gerhard und

Die attischen Marmore besitzen im Allgemeinen eine ziemlich gleichartige Kornstructur, durch welche sie sich wesentlich von den Inselmarmoren (und von den kleinasiatischen) unterscheiden; ebenso wie wir diese eigenthümliche Structur bei dem Pentelischen Marmor kennen gelernt haben, so zeigt auch der obere blaugraue Hymettische Marmor viele kleine Kalkspath-Krystalle in einer dichten, matten, schwach durchscheinenden Grundmasse von Kalkspath-Körnchen, deren einzelne Individuen nicht mit bloſsem Auge oder mit der Lupe, sondern nur im Mikroskope bei starker Vergröſserung von einander zu trennen sind. Dabei ist der obere Hymettische Marmor im Ganzen feinkörniger und dichter als der obere und der untere Pentelische Marmor: die Kalkspath-Krystalle, die man durch ihre Spaltungsflächen in der dichten Gesteinsmasse erglänzen sieht, sind an Zahl geringer und sie bleiben kleiner (nur bis 0,5^{mm}, selten bis 0,8^{mm} Korngröſse), als im Pentelischen; dabei wiegt die dichte, matt erscheinende Grundmasse beim Hymettischen Marmor in der Regel vor im Verhältniſs zu den einzeln ausgeschiedenen Krystallen; ja es giebt in diesen oberen Zonen am Hymettos Bänke, deren Gestein so wenig gröſsere Krystalle enthält und das so dicht wird, daſs man es kaum noch als Marmor gelten lassen möchte; solche dichten, weniger gut auskrystallisirten Marmore vermitteln den Übergang zu den ursprünglichen Kalksteinen. Jedoch sieht man in den makroskopisch recht dicht erscheinenden Varietäten des Hymettischen Marmors in den Dünnschliffen unter dem Mikroskop immer noch zahlreiche gröſsere, wasserhell durchsichtige Kalkspath-Krystalle, neben und zwischen denselben freilich ganze Züge und unregelmäſsig vertheilte Flecken von sehr kleinen, matten, wolkig getrübten Kalkspath-Körnchen, die sich nur bei starker Vergröſserung individualisiren lassen. Das Licht dringt daher wenig in diesen oberen blaugrauen Hymettischen Marmor ein, so daſs Stücke dieses Marmors ein

Röstel, Bd. I S. 337 (Stuttgart 1830) wird angegeben, daſs der blaugraue Hymettische Marmor jetzt in Rom „Marmo cipolla fino“ genannt wird; sowohl mit dieser italienischen Bezeichnung, als mit den wirklichen Thatsachen stimmt es nicht überein, daſs der Hymettische Marmor daselbst S. 337 im Gegensatz zu dem feinkörnigen Pentelischen Marmor (dem „Marmo greco fino“) als ein „groſskörniger“ Marmor bezeichnet wird. Auffallend ist auch daselbst S. 337 die Angabe von Visconti, daſs die berühmte Gruppe des Nil im Vaticanischen Museum aus Hymettischem Marmor bestehen soll.

ziemlich stumpfes Aussehen zeigen, und nur in dünnen Splittern das Licht durchscheinen lassen.

Durch diese dichtere Structur können wir den Hymettischen Marmor von ähnlichen grauen Marmoren hinreichend gut unterscheiden. Dazu kommt, dafs der obere Hymettos-Marmor stets scharf geschichtet ist, und häufig in recht dünnen Platten bricht, wie sie in Athen allgemein zu Fliesen und Trottoirsteinen benutzt werden.

Auf den Schichtflächen breiten sich gewöhnlich Glimmerlagen aus; auch durch die Gesteinsmasse hindurch ziehen sich parallel der Schichtung Strähne von zahlreichen Glimmerblättchen oder vereinzelte Glimmerblättchen; es ist auch in diesem Marmor zumeist der silberweifse Kali-Glimmer (Muscovit) vorhanden, selten grüner Chloritischer Glimmer, dagegen niemals der dunkelbraune Magnesia-Glimmer, wie er in den grauen Inselmarmoren (z. B. von Paros, Tinos) vorkommt.

Die graue Färbung des oberen Hymettos-Marmors rührt her von einer Masse sehr kleiner Kohlenstoff-Partikelchen, welche wir unter dem Mikroskope besonders in der feinkörnigen Grundmasse, weniger zahlreich in den gröfser ausgeschiedenen Kalkspath-Krystallen liegen sehen. Ebenso tragen kleine schwarze Eisenkörnchen zu der grauen Färbung bei. Wenn der Marmor etwas verwittert ist, werden oft die graublauen Streifen gelbbraun dadurch, dafs der Eisengehalt des Marmors in braunfärbendes Eisenoxydhydrat umgesetzt wird; man sieht zuweilen solche gelbbraune Maserung in den Trottoir-Platten auf den Strafsen Athens; jedoch fand ich auch ganz dieselben gelbbraun angewitterten Platten in den modernen Brüchen im oberen hellgrauen Marmor am Pentelikon, so dafs derartige farbige Marmorplatten sowohl vom Hymettos als vom Pentelikon herstammen können.

Die antiken Brüche im oberen Marmor des Hymettos sind zum Theil nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen, weil auf den zunächst der Stadt Athen zugewandten Abhängen des Gebirges zahlreiche moderne Brüche eröffnet sind und jetzt in starkem Betriebe sich befinden, welche mehrfach antike Brüche benutzt und erweitert haben; dies gilt besonders für die Steinbrüche auf der ganzen Strecke zwischen dem Gehöft Kará und dem Kloster Asteri. Diese Brüche bauen nicht allein Marmorlager zwischen den Glimmerschiefern ab, sondern auch die oberen

Zonen des unteren Marmors, welche Zonen auch hier, wie am Pentelikon, bereits die grauen Färbungen und blaugrauen Streifen des oberen Marmors annehmen. Dagegen ist der moderne Betrieb in die antiken Brüche am Nordende des Hymettos noch weniger stark eingedrungen, so dafs wir die charakteristischen Zeichen des antiken Abbaues in diesen Brüchen, besonders auf der Nordostseite des Gebirges bei Jeraka und Kantza, noch erkennen können. Südlich von Kará auf der Westseite des Gebirges tritt der obere Hymettische Marmor nicht mehr zu Tage; von dort an wird das Hymettische Gebirge nur aus dem unteren weifsen attischen Marmor und aus anderen, noch älteren Gliedern des krystallinen Systems von Attika, und zwar aus Dolomiten und Schiefern, zusammengesetzt.

IV. Der Untere weifse Hymettische Marmor.

Der ganze hohe Rücken des Hymettos vom Pafs zwischen Asteri und Liopesi an bis zum Passe zwischen Chasani und Koropí wird gebildet aus diesem unteren ca. 500^{m} mächtigen Marmor, der hier dasselbe geologische Alter besitzt und derselben Stufe des unteren Marmors von Attika angehört, wie im Pentelischen Gebirge. Es ist erklärlich, dafs die Alten diesen unteren weifsen Marmor vom Hymettos im Ganzen wenig ausgebeutet haben, da sie im nahen Pentelikon einen weit schöneren Stein besafsen: denn der untere weifse Marmor im Hymettos sieht zwar dem Pentelischen unteren weifsen Marmor recht ähnlich, bei genauerer Untersuchung erkennt man aber, dafs derselbe im Allgemeinen weniger gut auskrystallisirt ist, als der gleichaltrige Pentelische Marmor; die für den attischen Marmor charakteristische Structur einzeln verstreuter Krystalle in dichterer Grundmasse ist stets vorhanden, aber die letztere wiegt häufig vor, so dafs der Marmor in der Regel stumpfer, matter, weniger durchscheinend ist, als der Pentelische Marmor. Auch ziehen mitten durch das krystalline Gestein oft Lagen und Bänder von ganz dichtem Marmor; das kommt selten im Pentelischen Marmor vor. Ebenso gehen die graustreifigen Marmore der oberen Zonen tiefer hinab in die untere Stufe der Hymettos-Marmore, und häufiger trifft man auch in dem weifsen, tiefer gelegenen Hymettos-Marmor graustreifige Bänke an. Endlich entsteht

beim Anschlagen des unteren weifsen Hymettischen Marmors in allen Fällen, in denen ich es beim anstehenden Gestein probirt habe, ein bituminöser Geruch, wie ich ihn bei dem gleichaltrigen unteren weifsen Marmor vom Pentelikon niemals constatiren konnte.

V. Unterer weifser attischer Marmor aus dem Agrilesa-Thale bei Sunion.

Die antiken Marmorbrüche im Agrilesa-Thale, 4^{km} nördlich vom Kap Sunion gelegen, haben das Material zu dem Athena-Tempel auf Sunion geliefert. Eine noch recht gut erhaltene und sorgfältig gebaute antike Strafse führt von Sunion über einen niedrigen Bergpafs bis in die Brüche; an dieser Strafse befinden sich noch mehrere Grabdenkmäler, deren Quadern ebenfalls aus dem Agrilesa-Marmor gehauen sind. Mehrere, nahe bei einander liegende, nicht umfangreiche Marmorbrüche in diesem kleinen Thale zeigen den sorgfältigen und rationellen Abbau, wie die grossen Brüche am Pentelikon: lothrecht eingeschnittene Wände, in rechten Winkeln gegen einander stofsend, horizontal abgemeifselte Flächen, kreisförmige Basen von abgekeilten Säulentrommeln, deren Durchmesser mit den Säulen am Sunion-Tempel übereinstimmen, und andere Merkmale beweisen den antiken Ursprung dieser seit dem Alterthum offenbar nicht wieder benutzten Brüche.

Dieser Agrilesa-Marmor gehört seinem geologischen Alter nach der unteren Marmorstufe von Attika an, welche im Laurischen Berglande nur an wenig Stellen unter dem Glimmerschiefer zu Tage tritt, während sie in der Tiefe die werthvollen Erzlager (silberhaltigen Bleiglanz, Zinkblende und Galmei) enthält. Der Marmor aus den Brüchen im Agrilesa-Thale ist nicht so schneeweifs, wie der Pentelische, sondern zeigt zumeist einen hellbläulichgrauen Ton, auch graue Streifung; dies kommt daher, dafs hier nur die oberen Zonen der mächtigen Marmorstufe anstehen, und wir haben bemerkt, dafs auch am Pentelikon und am Hymettos diese oberen Horizonte der unteren attischen Marmorstufe in der Regel bereits die hellbläulichgraue Streifung des oberen Marmors besitzen.

Die Kornstructur des Agrilesa-Marmors ist im Allgemeinen die-

jenige des attischen Marmors, jedoch tritt in diesem Marmor die dichte mattere Grundmasse verhältnifsmäfsig an Menge zurück gegen die zahlreich ausgeschiedenen Krystalle, welche bis 1^{mm} grofs werden; im Pentelischen Marmor werden die Kalkspath-Krystalle oft etwas gröfser (bis 2^{mm}); im Hymettischen Marmor wiegt die dichte Grundmasse mehr als hier beim Agrilesa-Marmor vor — geringe Structur-Unterschiede, welche zu sehen sich das Auge erst durch einige Übung gewöhnt, während die bedeutenden Structur-Unterschiede zwischen den attischen und den Inselmarmoren leichter zu erkennen sind.

Unter dem Mikroskop löst sich der Agrilesa-Marmor fast ganz in ein Mosaik von kleinen Kalkspath-Krystallen auf, welche wasserhell durchsichtig sind, aus mehrfachen Zwillingslamellen bestehen und scharfe Spaltungsrisse zeigen; zwischen diesen vollkommen auskrystallisirten eckigen Kalkspäthen bleiben viele kleine und sehr kleine, structurlose Kalkspath-Körnchen in unregelmäfsiger Vertheilung übrig, welche die matt durchscheinende Grundmasse bilden; das mikroskopische Bild des Agrilesa-Marmors entspricht daher am meisten demjenigen des unteren weifsen Pentelischen Marmors, besonders den „ziemlich körnigen" Varietäten.

Wir haben oben bemerkt, dafs die goldbraune Patina auf den Säulen des Parthenon und der anderen Bauwerke aus Pentelischem Marmor herrührt von einem Eisengehalt dieses Marmors, durch dessen Verwitterung und Umsatz in Eisenoxydhydrat (Brauneisen) die braune Oberfläche entsteht. Im Gegensatz zu den Bauten auf der Akropolis von Athen fällt es beim Anblick des Sunion-Tempels sogleich auf, dafs jene goldbraune Färbung den Ruinen dieses Tempels vollständig fehlt: in reiner Weifse leuchtet der Athena-Tempel auf dem 60^{m} hohen dunkelbraunen Felsenkap von Sunion über das blaue Meer. Es wäre ein Irrthum, wenn man diese Eigenschaft der Ruinen auf Sunion etwa der stärkeren Abwitterung und Abwaschung durch den Regen zuschreiben wollte, welcher dieser Tempel hier auf dem hohen Meereskap ausgesetzt wäre; auf Sunion regnet es sicherlich nicht mehr im Jahre als im ganzen übrigen Attika. Allerdings sind die Ornamente und architektonischen Linien der Tempelreste von Sunion ziemlich stark verwittert; auch tritt die Schichtung des Marmors bei der Verwitterung deutlich hervor; der Marmor ist eben nicht so fest und haltbar, wie die meisten Pentelischen Marmore.

Aber dafs die braune Patina fehlt, das liegt nur daran, dafs der Agrilesa-Marmor kaum Spuren von Eisen enthält; daher konnte auf der verwitternden Oberfläche der Werkstücke des Tempels ein Eisenoxydhydrat-Überzug, wie beim Pentelischen Marmor, nicht entstehen. Um dies nachzuweisen, liefs ich ein Stück Marmor vom Anstehenden aus den antiken Brüchen im Agrilesa-Thale chemisch analysiren; die Analyse konnte kein Eisen nachweisen und ergab nur:

Kalkerde	CaO	56,05 pCt.	Kohlensaurer Kalk als Kalkspath.
Kohlensäure	CO^2	44,04 „	
		100,09 pCt.	

Das Pulver dieses Marmors war vollständig löslich in kalter, verdünnter Essigsäure; es ist chemisch reiner kohlensaurer Kalk. Die mikroskopisch kleinen Verunreinigungen des Marmors, die winzigen schwarzen, grauen oder farbigen Einschlüsse in den Kalkspäthen, welche wir in diesem Sunion-Marmor, wie in allen andern Marmoren im Dünnschliffe bei starker Vergröfserung erkennen können, sind chemisch nicht nachweisbar wegen ihrer zu geringfügigen Menge. Die grauen Streifen und die hellbläulichgraue Färbung des Agrilesa-Marmors rührt her von solchen minimalen Einschlüssen, welche besonders die kleinen Körnchen der dichten Grundmasse trüben, während die gröfser ausgeschiedenen Krystalle freier von denselben bleiben. Dafs die unter dem Mikroskope sichtbaren kleinen schwarzen Flitterchen meist aus Kohlenstoff bestehen, ist dadurch wahrscheinlich, dafs die graue Färbung des Gesteins beim Glühen verschwindet; auch entwickelt der Agrilesa-Marmor beim Anschlagen einen bituminösen Geruch, jedoch nicht einen so kräftigen, wie Hymettischer Marmor.

Während die Säulentrommeln, Stufen, Architrave, kurz alle architektonischen Theile des Sunion-Tempels aus dem Agrilesa-Marmor gefertigt wurden, besteht der Relieffries an diesem Tempel aus grobkörnigem Inselmarmor (von Paros, jedoch natürlich nicht Lychnites, der zu kostbar war, um für Reliefplatten verwendet zu werden), — also entsprechend dem Theseus-Tempel in Athen, dessen Architektur-Theile aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor, dessen Skulpturen aus Parischem Marmor hergestellt wurden (vergl. im letzten Abschnitt die Baumaterialien).

VI. Der obere attische Marmor in Laurion.

Im Laurischen Berglande verbreitet sich auch, wie am Pentelikon und Hymettos, der obere Marmor von Attica; derselbe ist, wie gewöhnlich, graustreifig, oft recht dunkel gefärbt, aber auch weifs bis gelblichweifs; so wechsellagern z. B. bei Kypriano und Therikó dunkelblaugraue mit weifsen Marmorbänken. Wie am Hymettos, ist auch hier dieser Marmor stets plattig, oft ganz dünnplattig und scharf geschichtet; auf den Schichtfugen breiten sich meist Glimmerblättchen aus. Die Structur dieses Marmors ist im Laurischen Berglande meist eine ziemlich dichte, oft so dichte, dafs nur wenig kleine Kalkspath-Krystalle in der dichten, matten Gesteinsmasse zu sehen sind. Dabei ist der Marmor meistens ziemlich stark verunreinigt durch zahlreiche kleine Einschlüsse von Glimmerblättchen, Eisenkörnchen, Kohlenstoff-Partikelchen und andere bei ihrer mikroskopischen Kleinheit nicht näher bestimmbaren fremden Bestandtheile.

Ich erwähne diesen oberen Marmor von Laurion hier nur, weil das antike Theater von Therikó in dem blaugrauen oberen Marmor des krystallinen Systems von Attika eingeschnitten und aus dem anstehenden Material gebaut ist. Viele in Therikó herumliegende antike Trümmer bestehen auch aus den weifsen Bänken des oberen Marmors, der ebenfalls dort ansteht; die ganze Basis des zweispitzigen Velaturi-Berges, der sich über der Stätte des antiken Bergwerks-Ortes Thorikos erhebt, ist aus dem oberen attischen Marmor zusammengesetzt.

b. Peloponnes.

Der Peloponnes ist arm an Marmor. Das krystalline Grundgebirge tritt nur zu Tage im Parnon- und Taygetos-Gebirge; aber in diesen Gebirgen findet sich kein edler Marmor, welcher den alten Meistern für schön auszuführende Skulpturen in der Blüthezeit der Kunst geeignet erschienen wäre; nur in der älteren Zeit und zu einfachen Denk-

mälern, sowie für architektonische Zwecke wurde der einheimische Marmor verwendet.

Die Glimmerschiefer herrschen in den krystallinen Gebieten von Lakonien und Arkadien beiweitem vor; die Marmorlager in denselben haben nicht die Ausdehnung und Mächtigkeit, wie in Attika. Ob auch im krystallinen Grundgebirge des Peloponnes sich eine obere von einer unteren Marmorstufe abtrennen läfst, das konnte ich bei den beschränkten geologischen Studien, die ich bisher im Peloponnes machen konnte, noch nicht nachweisen.

VII. Der Marmor von Dolianá in Arkadien.

Das Parnon-Gebirge liegt zum gröfseren Theil in Lakonien, ragt aber mit seinen nördlichen Ausläufern bis nach Arkadien hinein, und zwar in die alte Tegeatis. Von der Ruinenstätte von Tegea beim Dorfe Pialí, auf der Hochebene von Tripolitza gelegen, steigt man nach Südosten in 2—3 Stunden die Berge hinauf bis zu dem am Bergeshange gebauten Dorfe Dolianá; dieser Ort liegt etwa 300^{m} über Tegea und in der Luftlinie 10^{km} von Pialí entfernt; die Ebene von Tripolitza erhebt sich 650—680^{m} über den Meeresspiegel. Eine breite Marmorzone zieht unterhalb Dolianá durch die krystallinen Schiefer, nach Westen bis in den letzten hohen Berg dieses Gebirges, den 1350^{m} hohen Marmaro-Vunó; die zu Thal gehenden Schluchten durchschneiden den Marmor an den Bergabhängen in einer Breite von ca. 1^{km}. Gleich unterhalb der letzten nach Westen gelegenen Häuser des Ortes haben die Dorfbewohner kleine Brüche in dem lichtbläulichgrauen Marmor angelegt, in denen sie die für den Bau ihrer Häuser nöthigen Steine brechen und zu Treppenstufen, Fenster- und Thürpfosten, zu Wassertrögen und Anderem verarbeiten. Antike Brüche waren den Dörflern von Dolianá in ihrer Gegend nicht bekannt. Erst am zweiten Tage erfuhr ich beim Umherstreifen in der Umgebung des Ortes von einem Hirten, dafs ein Platz am Abhange des Marmaro-Vunó („Marmorberges“) „Kolonna“ heifse, weil dort eine Säule liege. Ich liefs mich von dem Hirten dorthin führen, und fand daselbst, etwa eine halbe Stunde nordwestlich von Dolianá entfernt, nicht allein eine

unfertige antike Säulentrommel („Kolonna"), sondern auch ausgedehnte antike Marmorbrüche mit ihren charakteristischen Bearbeitungen der Marmorlager, mit grofsen Halden, Wagenspuren u. a. Dies sind die antiken Brüche, aus denen sich Tegea und Mantinea für ihre Bauten und für Skulpturen (für diese in beschränktem Maafse) mit Marmor versorgten; auch im Tempel zu Bassae und auf dem Ausgrabungsfelde zu Olympia konnte ich diesen Marmor nachweisen (vergl. den letzten Abschnitt über die Baumaterialien).

Dieser Marmor aus den antiken Brüchen bei Dolianá hat die folgenden charakteristischen Eigenschaften.

Bei oberflächlicher Betrachtung dem unteren Pentelischen Marmor ähnlich, unterscheidet sich der Marmor von Dolianá sogleich dadurch von jenem, dafs er nicht völlig weifs ist, sondern stets einen Stich ins Bläulichgraue zeigt oder eine hell bläulichgraue Färbung besitzt, ohne dafs diese Färbung auffallend stark wäre oder in graue Streifung überginge, wie beim Hymettischen Marmor. Die Kornstructur dieses Marmors ist dadurch eine eigenthümliche, dafs in der beim frischen Gestein stets etwas glasigen dichten Gesteinsgrundmasse viele kleine (0,5 — 1^{mm}) Kalkspath-Krystalle erglänzen; von diesen einzeln ausgeschiedenen Krystallen werden manche etwas gröfser (2 — 4^{mm}), jedoch sind dieselben dann meist nicht voll ausgebildet, sondern bleiben skelettartig, durchbrochen von anderen kleinen Krystallen oder von der dichten Grundmasse, und zeigen stets zackige Ränder und spitzige Ecken; diese „zerfetzten" Krystalle, wie ich sie passend nennen möchte, habe ich in keinem anderen griechischen Marmor so grofs ausgebildet gefunden, dafs sie schon mit der Lupe oder mit blofsen Augen gut zu sehen sind. Unter dem Mikroskope erkennt man diese eigenthümliche Bildung freilich noch besser: langgezogene und unregelmäfsig gestaltete Krystall-Skelette greifen allseitig zackig und spitzig zwischen die umliegenden Krystallkörner hinein. Zwischen den gröfseren Kalkspath-Krystallen liegen sehr viele kleine, structurlose Kalkspath-Körnchen, welche die fast vorherrschende dichte, glasartig glänzende, wenig durchscheinende Grundmasse des Gesteins zusammensetzen.

Der Marmor von Dolianá läfst das Licht nur durch dünne Splitter wenig durchscheinen, so dafs er einen ziemlich stumpfen Eindruck macht, weniger schön und glänzend als der Pentelische; jedoch unter-

scheidet er sich noch deutlicher vom Pentelischen dadurch, dafs seine dichte Gesteinsgrundmasse in frischem Zustande eine hellbläulichgraue Färbung und einen glasartigen Glanz besitzt, während dieselbe im Pentelischen Marmor milchweifs und undurchsichtig erscheint.

Der Dolianá-Marmor entwickelt beim Zerschlagen einen bituminösen Geruch. Er enthält ein wenig Eisen: nach einer chemischen Analyse, die ich machen liefs, ebenso viel, wie der Pentelische Marmor, nämlich 0,12 pCt. Eisenoxyd; daher sieht man auch auf den Verwitterungsflächen dieses Marmors von Dolianá häufig gelbbraune bis rothbraune Eisenhäute (auch bei den Denkmälern aus Dolianá-Marmor, vergl. unten die No. 221, 222). Unter dem Mikroskope erkennt man viele sehr kleine Einschlüsse fremder Mineraltheilchen, farbige Körnchen und dunkle Pünktchen, welche die schwach bläulichgraue Färbung des Gesteins hervorrufen; in einem Dünnschliffe fand ich auch zwei gröfsere, rundliche, unregelmäfsig begrenzte Quarzkörner, voller Einschlüsse, vor. Durch die Verwitterung wird die dichte Grundmasse aus ihrem glasartig glänzenden in einen trüben, milchweifsen Zustand übergeführt; die gröfser ausgeschiedenen Kalkspath-Krystalle treten dann noch deutlicher und mit bläulichgrauer Färbung hervor; bei fortgeschrittener Zersetzung fühlt sich das Gestein sandig an, und es zerfällt schliefslich auch feinkörnig-sandig, wenn man hier für die auseinanderfallenden Kalkkörner die Bezeichnung „Sand", die eigentlich nur dem Quarzsande zukommt, anwenden darf.

Der Marmor aus den antiken Brüchen bei Dolianá, aus welchem der Athena-Tempel in Tegea (und auch wohl noch andere Gebäude dieser antiken Stadt) erbaut war, läfst sich demnach leicht von den Inselmarmoren unterscheiden, während man sich vor Verwechselung mit Pentelischem Marmor zu hüten hat. Die Schichtung tritt wenig deutlich hervor; im Ganzen ist die Marmormasse auch recht zerklüftet, da die Brüche nicht sehr tief in den Berg eingedrungen sind, so dafs grofse Blöcke wohl schwer zu gewinnen waren; es schien mir auch, dafs die antike Säulentrommel, die neben einem Bruche dort liegt, unvollendet geblieben war wegen eines Sprunges, der in das bearbeitete Stück hineinzieht. Die ganze Marmoreinlagerung im Glimmerschiefer bei Dolianá hat eine sichtbare Ausdehnung von 1^{km} Breite und $4-5^{km}$ Länge von West nach Ost.

Ungefähr 8^{km} weiter südlich von Dolianá gelangen wir, auf dem Parnon-Gebirge aufsteigend, zu dem grofsen, freundlich gelegenen Orte Hagios Petros. Für ihre Haus- und Kirchenbauten (im Sommer 1889 wurden dort zwei grofse Kirchen gebaut) brechen die Bewohner von Hagios Petros anderthalb Stunden oberhalb des Dorfes in der tiefen Schlucht westlich unter dem 1937^{m} hohen Gipfel des Malevós in kleinen Brüchen einen hellgrauen und einen dunkelgrauen Marmor; es sind ähnliche Marmoreinlagerungen im Glimmerschiefer, wie bei Dolianá. Antike Brüche giebt es in dortiger Gegend nicht, da diese Marmore nicht besonders schön, nicht „edel“ sind, und zugleich ihr Vorkommen tief im Gebirge und weit entfernt von antiken Städten lag. Der schöne neue Lettner und Altar in der Hauptkirche des heiligen Petrus ist aus dem weifsen Pentelischen Marmor von einem Athener Meister gebildet; ob nur der einheimische Marmor, oder ob auch die einheimischen Künstler für diese feineren Arbeiten nicht genügten, will ich dahin gestellt sein lassen. Ich erwähne diesen Altar und Lettner aus Pentelischen Marmor hier nur deswegen, um zu zeigen, dafs selbst unter den jetzigen dürftigen Verhältnissen bis hier hinauf in das Innere des Parnon-Gebirges der Pentelische Marmor in architektonischen Werken gebracht wurde; wir dürfen uns daher nicht wundern, dafs in den weit reicheren und künstlerisch viel begabteren Zeiten des Alterthums Marmorbildwerke aus Pentelischem und Inselmarmor oft weite Wege nahmen und zur Blüthezeit der griechischen Kunst auch im Peloponnes weit verbreitet wurden, da dem gereiften Geschmacke weder die unedlen einheimischen Marmore noch oft die einheimischen Künstler Genüge zu thun vermochten.

VIII. Marmor aus dem Oinusthal bei Sparta.

Im Parnongebirge, und zwar auf der Südwestseite des Malevós im oberen Oinusthale, das bei Sparta in den Eurotas mündet, liegen zwei grofse antike Marmorbrüche zwischen den beiden Dörfern Vamvakú und Vresthena; wenn man in der Thalschlucht von Vamvakú eine Stunde abwärts geritten ist, öffnen sich im linken Thalgehänge die Brüche, welche seit dem Alterthume unberührt geblieben zu sein scheinen: in senkrech-

ten Wänden bis zu 20^{m} Höhe sind die Brüche in den Berg eingeschnitten; grofse Halden sieht man von den Brüchen gegen die Thalseite herabgeschüttet.

Der Marmor, welcher hier im Alterthume gewonnen wurde, ist nicht weifs, sondern farbig, hellblaugrau und gelblich, von Glimmerlagen durchzogen; das blaugraue Gestein herrscht vor. Dieser Marmor ist im Ganzen etwas grobkörniger, als derjenige von Dolianá oder vom Pentelikon, jedoch bleibt er noch immer weit entfernt von der Grobkörnigkeit der Inselmarmore. Er besitzt auch eine dichte bis feinkörnige Grundmasse, die aber an Menge gegen die zahlreichen einzelnen, durch ihre Spaltungsflächen glänzenden Kalkspath-Krystalle zurücktritt; die ausgeschiedenen Krystalle werden häufig 2—3^{mm} grofs. Es ist kein edles Gestein: das Licht vermag kaum in dasselbe einzudringen, daher die Gesteinsmasse einen stumpfen Eindruck macht; auch die einzeln ausgeschiedenen Krystalle für sich betrachtet, sind wenig durchsichtig, sie reflectiren das Licht auf den spiegelnden Spaltungsflächen des Kalkspathes.

Häufig ziehen Lagen von silberweifsem Kaliglimmer durch diesen Marmor, sowohl durch den grauen, noch mehr aber durch den hellgelben, der oft durch viele Glimmerlagen die Schichtung deutlich hervortreten läfst. Im Allgemeinen gleicht der Marmor dieser Brüche seiner Kornstructur und den Glimmerdurchgängen nach am meisten dem Pentelischen, unterscheidet sich aber von diesem durch seine Farbigkeit; auch ist er im Ganzen etwas körniger.

In den hohen Wänden der Brüche sieht man die Marmormassen ziemlich stark zerklüftet; jedoch dringen die Brüche weit genug in den Berg, um auch an die tieferen, festeren Bänke zu gelangen.

Von diesen Brüchen das Oinusthal hinunter bis Sparta ist es etwa 20^{km} weit; da ich im Museum zu Sparta mehrere Denkmäler vorfand, die aus diesem Marmor bei Vresthena gebildet sind, so kann kein Zweifel bestehen, dafs im Alterthume in Sparta Marmor von dort verwendet wurde, und zwar wahrscheinlich noch mehr zu Bauzwecken, als zu Skulpturen und Inschriftsteinen. In der Umgegend von Sparta sind mir sonst keine antiken Marmorbrüche bekannt geworden, auch nicht im Taygetos, obwohl in diesem Gebirge auch weifser Marmor vorkommt; z. B. trifft man in der Langadha-Schlucht zwischen Sparta und Kalamata

weifsen Marmor an, jedoch in so kurzklüftigen Massen und mit so wenig gut ausgebildeter krystalliner Structur, dafs eine Verwendung desselben von vorn herein ausgeschlossen erscheint.

In der Mani, der mittleren Halbinsel des Peloponnes, in welche das Taygetos-Gebirge südlich ausläuft, lagern Marmore im Glimmerschiefer, gerade wie im Parnon-Gebirge, häufiger ein, jedoch auch keine edlen Marmorarten; so sah ich in Sparta und Kalamata bei den modernen Hausbauten hellgraue, körnige Marmore verwendet, die nach einer freundlichen Mittheilung von Dr. Philippson, der die Mani bereiste, auf der Ostküste an der Ausmündung des Thales von Pachianika gebrochen werden.

Antike Steinbrüche sind jedoch in diesen Gegenden des westlichen Lakoniens nur bekannt für den Labrador-Porphyr (den sogen. Porfido verde antico) bei dem alten Demos Krokeae zwischen den jetzigen Orten Marathonisi (Gythion) und Levetsova, und für rothen Marmor (Rosso antico) bei der Kapelle Hagios Elias oberhalb Dimaristika an der Ostküste im südlichsten Theile der Mani. Ich will hier auf das Vorkommen und die Eigenschaften dieser beiden berühmten Gesteine des Alterthums nicht näher eingehen, da dieselben hinreichend bekannt sind, und da ich die Brüche derselben nicht selbst besucht habe. Der schöne Porphyr[1]), aus dessen dunkler dichter Grundmasse die grünen Labrador-Krystalle hervorleuchten, wurde, wie es scheint, erst von den Römern zur Kaiserzeit verwendet. Die antiken Brüche, in welchen der schwarze „Taenarische Marmor“ oder vielmehr Kalkstein gebrochen wurde, sind noch nicht entdeckt worden, obwohl es bekannt ist, dafs schwarzer Kalkstein auf der Taenarischen Halbinsel nördlich vom Hafen Kisternaes ansteht.

Die westlichen und nördlichen Provinzen des Peloponnes enthalten keinen Marmor, sodafs diejenigen Marmorstücke, welche wir z. B. in den Ruinen des Tempels von Bassae oder auf dem Ausgrabungsfelde von Olympia antreffen, sämmtlich von auswärts dorthin gebracht wurden (siehe unten den letzten Abschnitt, Baumaterialien).

---

[1]) Über diesen Labrador-Porphyr, der natürlich nicht Marmor genannt werden darf, siehe: A. Delesse, Mémoire sur la constitution des roches des Vosges, in Annales des mines, Bd. XII, S. 195—306, Paris 1848.

c. Thessalien.

In Thessalien fand ich Marmore in ziemlich weiter Verbreitung vor: das ganze östliche Küstengebirge von der Halbinsel Magnesia an über den Pelion und Ossa, durch das romantische Thal Tempe bis in den gewaltigen Bergstock des Olympos, besteht zum gröfsten Theil aus krystallinen Schiefern, aus Glimmer- und Chlorit-Schiefern, in denen mehrfach bedeutende Marmormassen eingelagert sind; so zeigt das Thal Tempe dadurch so schroffe und zerklüftete hohe Thalwände, dafs hier der Peneios-Flufs zumeist Marmor, und zwar einen hellgrauen, unreinen, unedlen Marmor durchbrochen hat. Auch die Hügel beiderseits des Hafens von Volo, auf denen im Alterthum die Städte Pagasae und Demetrias lagen, bestehen aus einem grauen, körnigen Marmor; die unregelmäfsig betriebenen Steinbrüche, welche ich in diesen Hügeln sah, mögen wohl zum Theil antiken Ursprungs sein; sie werden noch jetzt ausgebeutet für Kalköfen und für Bruchsteine zu den Hausbauten in der neuen Stadt Volo. Alle diese Marmore sind zu unrein, undurchsichtig und ungleichförmig, als dafs sie von den alten Meistern zu Skulpturen hätten verwendet werden können.

Ein schöner weifser Marmor wird jetzt auf der Nordseite der Halbinsel Trikeri, welche sich südlich dem Golf von Volo (dem Pagasäischen Meerbusen) quer vorlegt, in grofsen Steinbrüchen gewonnen; ich sah diesen Marmor bei den Steinmetzen am Hafen von Volo, wohin er mit kleinen Schiffen in schönen grofsen Werkstücken gebracht wird: er zeichnet sich dadurch aus, dafs die Kalkspath-Krystalle nach einer Richtung langgestreckt sind, dafs er glasartig glänzt, nicht grobkörnig ist und das Licht wenig eindringen läfst. Sowohl die Steinmetzen als andere Leute in Volo versicherten mir, dafs dort drüben auf der Halbinsel Trikeri bei den modernen auch antike Steinbrüche zu sehen wären; ich konnte nicht zu dem Ort gelangen, da die Dampfschiffe dort nicht anlegen, und man zu Lande wohl 10 Stunden von Volo bis zu den Brüchen zu reiten hat. Da auf der Halbinsel Trikeri im Alterthum mehrere Orte lagen, so werden die Bewohner derselben wohl den schönen Marmor gewonnen haben; ich sah indessen unter den thessalischen Skulpturen keine aus diesem Mar-

mor von Trikeri, der so charakteristisch und eigenartig struirt ist, dafs ich ihn leicht erkannt haben würde; ich habe freilich in Thessalien antike Stücke nur aus Larissa und nächster Umgebung untersucht, und dieser Stadt liegen die Marmore in der Peneios-Enge bei Alifaka bedeutend näher, als der Marmor auf der Halbinsel Trikeri.

Der breite wasserreiche Peneios durchbricht das mittelthessalische Gebirge in der Strecke zwischen Trikkala und Larissa; die südlichen Theile dieses Bergzuges, welcher von Nord nach Süd die grofse thessalische Ebene in zwei Hälften zerschneidet, sind niedrige Tertiär-Hügel (jetzt Kara-Dagh, einst die Kynoskephalae), während im Norden am Dobrutscha-Dagh der Peneios das krystalline Grundgebirge durchschneidet: hier bei Koutsokiro, Zarkos und Alifaka, in den Bergen zu beiden Seiten des Peneios stehen ziemlich grofse Massen von Marmor an. Da wo der Flufs auf seinem rechten Ufer hart an die Berge streift, liegt das „Palaeocastro von Alifaka“, eine antike Stadt, deren Mauern und Thore noch erhalten sind; nahe oberhalb dieser Stadt, welche meist für das antike Phakion gehalten wird, während neuerdings Dr. Lolling das alte Atrax hier suchte, sieht man in den Bergabhängen mehrere unregelmäfsig betriebene antike Marmorbrüche, aus denen ich Marmorarten an Denkmälern in Larissa erkennen konnte.

IX. Marmore beim Palaeocastro von Alifaka in der Peneios-Enge.

Diese Marmore sind ziemlich grobkörnig und gleichen in ihrer Structur eher dem Marmor von den Inseln, als vom Continent; auch im thessalischen Küstengebirge habe ich so grobkörnige Marmore nicht gesehen. Die Kalkspath-Krystalle in diesen Marmoren von Alifaka werden 2—3^{mm}, selten bis 4^{mm} grofs; jedoch sieht man auch zahlreiche kleinere Krystalle neben den gröfser ausgeschiedenen. Die Durchsichtigkeit des Gesteins ist gering, einige milchweifse Arten lassen auch in dünnen Splittern kaum das Licht durchscheinen. Dabei sind diese Marmore meist gefärbt, vorherrschend grau, und zwar in der Regel hellgrau, oft so licht, dafs der Marmor weifs mit einem Stich ins Graue zu nennen ist;

daneben kommen auch bunte Marmore vor, besonders gelbe und hellrothe Arten von grünen Glimmerlagen durchzogen.

Unter dem Mikroskop sieht man in diesen Marmoren von Alifaka ein grofskörniges Mosaik von Kalkspath-Krystallen, welche zumeist deutliche Zwillingslamellen zeigen; diese Zwillingslamellen sind aber in der Regel hier so schmal ausgebildet, dafs die Krystalle feingestreift und bei angehender Verwitterung graustreifig aussehen; dabei sind die Lamellen oft schwach gebogen, zuweilen auch stärker verstaucht, durch gegenseitigen Druck der auskrystallisirenden Körner. Zwischen den gröfseren Krystallen und rings um dieselben herum ziehen sich häufig schmälere Bänder und Strähne von vielen kleinen Kalkspath-Kryställchen.

Ich hebe besonders die folgenden drei Arten aus der Umgegend des Palaeocastro von Alifaka hervor:

IXa. Einen glasartig glänzenden, recht frischen, licht hellgrauen, fast weifsen Marmor, der in dünnen Partieen etwas durchscheint; durch sein ziemlich grobes Krystallkorn reflektirt und schimmert die Oberfläche dieses Marmors etwas stärker, als bei den anderen Arten.

IXb. Einen milchweifsen, undurchsichtigen Marmor von stumpfem Aussehen und ziemlich grobkrystalliner Structur.

IXc. Gelbe und rosarothe Marmore, stets stark durchzogen mit Glimmerlagen, deren silberweifse oder grüne Blättchen parallel der dadurch scharf hervortretenden Schichtung ausgebreitet liegen, während die vorherrschenden hellgraunen Marmore keinen Glimmer führen und daher kaum ihre Schichtung verrathen. Auch diese bunten und farbig gefleckten Marmore von Alifaka besitzen ein ziemlich grobes Krystallkorn.

X. Der sog. Marmor von Atrax.

Ich will hier nur kurz ein Gestein erwähnen, das in byzantinischer Zeit öfters als der „thessalische Stein“ oder der „grüne thessalische Stein“ von den alten Schriftstellern angeführt wird, es ist kein Marmor, d. h. kein Gestein, das aus kohlenraurem Kalk besteht, sondern es ist eine Serpentin-Breccie: dunkelgrüne eckige Stückchen von Serpentin (einem wasserhaltigen Magnesia-Silikat, das stets aus der Zersetzung von verschie-

denen Magnesia-Silikaten hervorgeht) liegen in einer hellgrünen Grundmasse eingebettet, die aus hellgrünem, faserig-schuppigen Serpentin und weifsen Kalkspathkörnchen sich zusammensetzt; gröfsere, schneeweifse Flecke von Kalkspathkörnchen erscheinen häufig in der grünen Serpentin-Masse und sind meist umgeben von einem Kranz radial-strahlig gestellter Serpentin-Fasern und -Schuppen. Dieses Gestein, jedenfalls die Zerreibungs-Breccie eines Eruptiv-Gesteins (analog den Verhältnissen in Attika vielleicht einem Gabbro angehörig), steht in gröfseren Massen an in der niedrigen Hügelkette, welche zwei Stunden nordöstlich von Larissa sich erhebt, ohne mit dem östlichen Küstengebirge in directer Verbindung zu stehen; ein grobkörniger Gneiss mit grünem Glimmer und grossen weifsen Feldspäthen setzt diese isolirten, flachen Hügel zusammen. Die antiken Steinbrüche der grünen Serpentin-Breccie befinden sich in der Nähe des Dorfes Kassamboli im südlichen Theile der Hügel in verschiedenen Höhen bis zu ca. 120^{m} über der Peneios-Ebene; auf dem Wege zum Tempethale kommt man nahe bei diesen Steinbrüchen vorbei, welche zuerst in der deutschen Litteratur von dem österreichischen Geologen Teller erwähnt worden sind[1]). Man sieht in den Brüchen, die seit der byzantinischen Zeit wohl unberührt geruht haben, noch deutlich die breiten Hohlkehlen, aus denen die Säulenmonolithen aus senkrechter Wand herausgemeifselt wurden[2]).

---

[1]) Denkschriften der Wiener Akademie, mathemat.-naturwiss. Classe, Bd. 40, S. 202, Wien 1879.

[2]) Paulus Silentiarius (Descriptio Sanctae Sophiae, Beschreibung der heiligen Sophienkirche in Constantinopel) beschreibt in seinem Poem auch die verschiedenen Marmorarten, welche beim Bau der Sophienkirche verwendet wurden; unter diesen Marmoren erwähnt er auch den obigen Stein und zwar mit den folgenden Worten (Bonner Ausgabe, Seite 31, Vers 641—646): „Der Atrakische Boden erzeugt in flachem Lande, nicht in hoher Bergschlucht einen Marmor, der theils smaragdgrün, theils dunkelgrün (dunkelblau, κυανῶπις, an andern Stellen auch χλοερῶπις, grünäugig genannt) ist und durchsetzt wird von schneeweifsen und glänzend schwarzen Flecken, wodurch das buntscheckige Aussehen des Steins hervorgerufen wird“. Diese Beschreibung pafst sehr genau auf die Serpentin-Breccie von Kassamboli, auch in Bezug auf die Angabe des Fundortes: „nicht in hoher Bergschlucht“, d. h. nicht im Ossa-Olymp-Gebirge, sondern „im flachen Lande“, das ist in der niedrigen, in der Ebene isolirt liegenden Hügelreihe bei Kassamboli. Nur scheint „der Atrakische Boden“ eine ungenaue Ortsbezeichnung zu sein, da die Stadt Atrax jedenfalls dort in der Gegend von Kassamboli nicht gelegen hat, vielmehr nach allgemeiner Annahme in der Nähe des

d. Marmor auf Euboea.

XI. Der Marmor von Karystos.

Von Euboea sind antike Marmorbrüche bekannt nur im Süden der Insel, in der Umgegend von Karystos, und zwar eine Stunde nordöstlich der Stadt in den Vorbergen der Ocha, dann 10^{km} nordwestlich von Karystos bei Marmari (Marmarion) nahe der Küste an der Bucht von Petali, und endlich 20^{km} nördlich von Karystos am Berge Kliosi; an allen drei Orten wurde der gleiche Marmor gebrochen, ein Marmor, der durch die zahlreichen Glimmerlagen schon Kalkglimmerschiefer oder eigentlich Marmorglimmerschiefer zu nennen ist: der weifse, hellgraue, grünliche, auch gelblich und röthliche, feinkörnige Marmor wird parallel der deutlich hervortretenden Schichtung durchzogen von vielen Durchgängen und Streifen von grünen (hell- bis dunkelgrünen), auch silberweifsen Glimmerblättchen; oft sind die Glimmerlagen wellenförmig gebogen oder fein gefältelt. Die geschliffenen und polirten Flächen dieses dünnschichtigen Marmors zeigen eine schöne Maserung durch die vielfach wechselnden, farbigen Zonen und Streifen.

Im griechischen und römischen Alterthum war dieses Gestein berühmt unter dem Namen des Karystischen Steines oder des Marmors von Karystos; in Italien nennt man ihn „Cipollino“, Zwiebelmarmor (Cipolla, die Zwiebel), indem man die dünnen Schichten des farbigen Gesteins mit

---

Peneios oberhalb Larissa. Es spricht auch nur Paulus Silentiarius von dem „Atrakischen“ Marmor, die andern Schriftsteller, welche dieses Gestein erwähnen, nennen ihn den „grünen thessalischen Stein“ (πράσινος), oder einfach den „thessalischen Stein“. Paulus Silentiarius lebte unter dem Kaiser Justinian, der im Jahre 527 n. Chr. zur Regierung kam.

Wir haben zwar keinen litterarischen Nachweis, dafs die alten Griechen und Römer bereits diesen „thessalischen Stein“ gebrochen hätten, nur byzantinische Schriftsteller erwähnen ihn; jedoch sah ich in Larissa mehrere altgriechische Grabsteine aus dieser Serpentin-Breccie gefertigt (siehe unten im Verzeichnifs Nr. 385).

Ein ähnliches Gestein war im Alterthum als „Ophites Lithos“ (wohl gefleckt wie Natternhaut) bekannt und wurde zu Fufsbodenplatten, Vasen, Badewannen etc. verwendet: es war dies ein Serpentin und Serpentin-Breccie von der Insel Tenos, auf der Fiedler (Reisen II S. 250) einen antiken Bruch dieses „Ophites Lithos“ — Pietra verde antico — wieder aufgefunden hat.

den vielfach übereinander liegenden Schaalen der Zwiebel vergleicht. Dieser Marmor von Karystos war bei den Römern während der Kaiserzeit sehr beliebt und wurde in Rom bei den Prachtbauten zu Säulen, Stufen, für Wandbekleidung etc. in grofsen Werkstücken verwendet; im griechischen Alterthum vor der Römerzeit scheint er wenig benutzt worden zu sein (vergl. unten im letzten Abschnitt: Baumaterialien in Olympia).

In seiner Structur, wie auch nach seiner geologischen Lagerung, schliefst sich der Karystische Marmor mehr demjenigen vom Pentelikon, als demjenigen von den Inseln Paros oder Naxos an; er ist bei Weitem nicht so grobkörnig, wie die letztgenannten Marmore. Dafs auf Euboea antike Brüche vorhanden seien, in denen ein anderer Marmor, als dieser Cipollin gebrochen worden wäre, ist mir nicht bekannt geworden; jedoch ist es nicht unwahrscheinlich, da der südliche Theil der Insel viel Marmor zwischen den Glimmerschiefern enthält.

Umgekehrt scheint es auch keine andre Gegend in Griechenland zu geben, in welcher dieser eigenthümliche, grünstreifige Marmor, der Cipollin, vorkäme; am ehesten erinnern noch die Marmorbänke mit grünen Glimmerlagen (Chlorit) vom Pentelikon, die wir oben erwähnt haben, an den Karystischen Marmor.

e. *Die Marmore auf den Inseln Paros und Naxos.*

Die Inseln Paros und Naxos, nahe bei einander gelegen in der Mitte der Cykladen, gleichen sich in ihrer geologischen Zusammensetzung: sie bestehen aus verschiedenartigen Gneissen, denen schmale Bänke und mächtige Zonen von Marmor eingelagert sind; wie der Gneiss der Inseln sich von dem Glimmerschiefer auf dem griechischen Continent im Allgemeinen durch sein gröberes Krystallkorn unterscheidet, so erkennen wir auch sogleich die Marmore von Paros und Naxos an ihrem gröberen Kalkspath-Korn und unterscheiden ihn hierdurch am leichtesten z. B. vom attischen Marmor; ein Kalkspath-Krystall drängt sich neben den andern, es entsteht ein grobkörniges Mosaik von Krystallen, deren Gröfse zwar bei dem besten Parischen Marmor, dem Lychnites Lithos, selten über

3ᵐᵐ steigt, aber bei den grobkörnigsten Arten von Naxos bis 8 und 10ᵐᵐ steigen kann. Was aber das Wichtigste ist, bei diesen Marmoren von Paros und Naxos ist keine dichte oder feinkörnige Grundmasse von kleinsten Kalkkörnchen zwischen den deutlich erkennbaren einzelnen Kalkspath-Krystallen übrig geblieben, sondern die ganze Gesteinsmasse ist zu einem körnigen oder grobkörnigen Mosaik von Kalkspath-Krystallen auskrystallisirt; hierdurch kann man sogleich auch den besten Parischen, den verhältnifsmäfsig nicht so grobkörnigen Lychnites Lithos, von dem besten, gut auskrystallisirten Pentelischen Marmor unterschieden, sowohl bei einiger Übung mit blofsem Auge und mit der Lupe, als noch schärfer und genauer unter dem Mikroskope.

Manche Marmorstücke, die ich in den antiken Marmorbrüchen auf den Inseln Paros und Naxos vom anstehenden Fels abschlug, sind so gleichartig ausgebildet in Krystall-Structur, in Glanz und Färbung, dafs ich sie nicht von einander unterscheiden kann; solche Marmore habe ich im Verzeichnifs der Skulpturen durch die unbestimmte Bezeichnung „Inselmarmor" angeführt. Andere Stücke von beiden Inseln vermag ich zu trennen; vor Allem ist der beste Parische, der Lychnites Lithos, von jedem andern Marmor zu unterscheiden und auf der Insel Naxos nicht vorhanden. Naxos enthält nur die gewöhnlichen, hellgrauen Marmore oder weifse mit hellgrauer Tönung; auch sind die Naxischen Marmore im Ganzen noch grobkörniger als die Parischen.

XII. Der Lychnites Lithos von Paros.

Von dem Hafenort Parikia (Παροικία), einem kleinen Ort, der an der Stelle der antiken Stadt Paros auf der Nordwestseite der Insel Paros liegt, führt jetzt eine Schienenbahn ca. 5ᵏᵐ weit nach Nordosten auf die Berge bis zu den etwa 200ᵐ hoch über dem Meere liegenden antiken Brüchen, in denen Jahrhunderte lang im Alterthum der berühmte Statuenmarmor gewonnen wurde. Die Gegend ist jetzt nach einem ehemaligen kleinen Kloster, das auf einer Höhe nahe südwestlich von den Brüchen steht, „Hagios Minas" genannt; die alten Schriftsteller nennen den Berg, aus dessen Schoofse der beste Marmor gewonnen wurde, „Mar-

pessa". Hier sieht man in dem Bergeshange auf der Westseite eines kleinen Thaleinschnittes Tagesbrüche in einer Ausdehnung von ca. 500^{m}, in denen vorherrschend ein ziemlich grobkörniger hellgrauer bis weifser Marmor ansteht, durch welche aber auch eine Bank guten Statuen-Marmors von $1-2^{m}$ Dicke hindurchzieht; auf der Südseite dieser Brüche wurde diese gute Marmorbank auch unterirdisch verfolgt in der jetzt sog. „Pansgrotte". Viel bedeutender sind jedoch die unterirdischen Marmorbrüche auf der andern, der nordöstlichen Thalseite; neben dem einen Eingang zu diesen unterirdischen Gruben befindet sich in der Marmorwand das den Nymphen geweihte Relief des Adamas (leider jetzt stark verstümmelt und abgeschlagen): daher der jetzt für diese Gruben gebräuchliche Name „Nymphen-Grotten".

Der Marmor wurde deswegen hier in unterirdischen Gruben gewonnen, weil die nur $2-4^{m}$ dicke Schicht besten Statuenmarmors (Lychnites) mit Winkeln von 5 bis 70° (im Durchschnitt mit 30°) nach Osten zu in den Berg einfällt; schief nach unten eindringende Schleppschächte führen von mehreren Eingängen, die in der Höhe von ca. 200^{m} über dem Meere stehen, durch ausgedehnte Höhlungen und Grotten (alle künstlich im Laufe der Zeiten ausgenommen) bis zu einer Tiefe von ca. 140 bis 120^{m} über dem Meere hinab. Durch die Arbeiten einer neuen Gesellschaft, welche im Jahre 1879 gegründet und im Jahre 1884 bankerott wurde, sind die Schuttmassen aus einigen Theilen dieser Gruben so weit entfernt worden, dafs man die gute Marmorschicht im Anstehenden auf eine Länge von ca. 300^{m} längs der Linie verfolgen kann, an welcher an der Peripherie in der Tiefe der Grotten die antiken Arbeiten aufgehört hatten: überall sieht man die senkrecht abgeschroteten Wände, die horizontal abgeschrämten Flächen, die abgemeifselten Blöcke, an denen die antike Arbeit anfing, ohne beendigt zu werden; alle Flächen sind bedeckt mit den Spuren der Spitzhacke und des Meifsels. Die Decke der ausgenommenen Höhlen wird gestützt durch ausgesparte Pfeiler.

Aus den jetzt vorliegenden Dimensionen der unterirdischen Grotten läfst sich ungefähr berechnen, dafs die Alten von der $2-4^{m}$ mächtigen Bank besten Statuenmarmors aus diesen Gruben wenigstens $30{,}000^{cbm}$ im Laufe der Jahrhunderte herausgeschafft haben; von dieser Masse gelangte natürlich nur ein Theil in brauchbaren Blöcken in die Werkstätten der

Bildhauer, ein grofser Theil wurde als Abfall bei der Herausarbeitung der guten Blöcke oder in unbrauchbaren, brüchigen oder zu kleinen Stücken auf die Halden geworfen.

Der schöne Marmor dieser 2—4^m^ mächtigen Bank aus den Nymphen-Grotten wurde im Alterthum „Lychnites Lithos“ (λυχνίτης oder λυχνεὺς λίθος) genannt; die Angabe des Plinius (Historia naturalis lib. 36 cap. v), der nach Varro berichtet, dafs dieser Name sich ableite von den Lampen (λύχνος), bei deren Schein die Blöcke gewonnen wurden, ist gewifs richtig, da es in Griechenland nirgends sonst vorkam, dafs Marmor beim Lampenlicht in unterirdischen Gruben gebrochen wurde. Dafs die Grubenlampen an Stielen, die oben in einen Haken ausliefen, getragen und gehalten wurden, gerade wie jetzt unsere Bergwerkslampen, erkennt man auch daran, dafs in den Wandflächen dieser Nymphen-Grotten häufig ca. 4^cm^ breite, 3^cm^ tiefe, schmale Löcher zu sehen sind, welche schräg nach unten in den Fels eingemeifselt, offenbar dazu dienten, die Lampen an ihren Haken aufzuhängen.

Da diese Lychnites-Bank mit den unter- und überlagernden, gewöhnlichen, hellgrauen bis weifsen, grobkörnigen Marmoren nicht gleichmäfsig, sondern mehrfach gebogen und verworfen, daher mit wechselnden Winkeln bis zu 70° in den Berg einfällt, so ist das spröde Gestein vielfach zerklüftet und in Stücke zerbrochen, und zwar naturgemäfs an manchen Stellen und in bestimmten Zonen stärker, als an anderen; nahe der Bergoberfläche ist die Zerklüftung wie gewöhnlich am stärksten, weshalb auch die Alten möglichst tief in den Berg eingedrungen sind. Wegen dieser Zerklüftung und auch deswegen, weil die Bank des guten Lychnites überhaupt nur 2—4^m^ dick ist, konnten nicht sehr grofse Blöcke, jedenfalls nicht so grofse Blöcke, wie aus den oberirdischen Brüchen auf Paros, Naxos oder am Pentelikon, gewonnen werden. Ich sah in der Tiefe der Nymphen-Grotten einen Block besten Marmors, den die Alten aus der Lychnites-Bank herauszumeifseln begonnen hatten, welcher ca. 1,2^m^ breit, ebenso hoch und gegen 2^m^ lang war; für den Hermes des Praxiteles in Olympia dürfte der ursprüngliche Block wenigstens 2,5^m^ lang, 1^m^ tief und 1,5^m^ breit gewesen sein[1]. Die neue Paros-Marmor-Gesell-

---

[1]) Virlet sagt in der Expédition de la Morée, Géologie, Paris 1834, S. 72: „L'un des grands inconvéniens de ce Marbre (des Lychnites aus der Nymphengrotte)

schaft vom Jahre 1879 mufste deswegen ihre Arbeiten einstellen, weil es ihr nicht gelang, grofse ganze Blöcke des Statuen-Marmors der Nymphen-Grotte aus der zerklüfteten Bank herausarbeiten und fördern zu lassen; Herr Ing. Cordellas in Athen glaubt nach neueren Untersuchungen, die er in den Nymphen-Grotten anstellte, dafs auf den Südostseiten der antiken Grubenbauten die Lychnites-Bank weniger brüchig und zerklüftet sei, als in den nördlichen Theilen derselben, und will dort von einer neuen Gesellschaft die Arbeiten in diesem Jahre (1889) wieder aufnehnehmen lassen.

Der berühmte Lychnites besitzt die folgenden Eigenschaften: er ist schneeweifs und von grofser Reinheit, ebenso weifs wie der beste Pentelische Marmor; ich habe nicht bemerken können, dafs er, wie Virlet angiebt[1]), manchmal einen Stich ins Gelbliche zeigt; vielmehr besitzt er in der Regel eher einen schwachen Stich ins bläulichgraue, während ich bei dem weifsen Pentelischen Marmor zuweilen einen gelblichen Schein wahrnehmen konnte.

Die Structur des Lychnites charakterisirt sich dadurch, dafs die ganze Gesteinsmasse aus Kalkspath-Krystallen zusammengesetzt ist, ohne dafs eine dichte oder feinkörnige Zwischenmasse zwischen den Krystallen zu bemerken wäre; dieser Marmor hat daher die Kornstructur wie etwa unser sog. Colonial-Zucker, im Gegensatz zu dem feinkörnigeren Pentelischen oder Attischen Marmor, der in seinem Korn unserm gewöhnlichen Rübenzucker gleicht. Die Kalkspath-Körner, deren schimmernde Spaltungsflächen dem Gesteine auf frischem Bruche den hohen Glanz und die starken Reflexlichter verschaffen, sind durchschnittlich 1 bis $1,5^{mm}$ grofs, viele werden 1,5 bis 2^{mm} grofs, manche 2 bis 3^{mm}; selten fehlen einzelne Krystalle von 3 bis 5^{mm} Gröfse. Die volle Krystallinität dieses Gesteins erkennt man am deutlichsten im Mikroskope: jeder Schliff zeigt ein grobes Kalkspath-Krystall-Aggregat, ein Mosaik von eckig umgrenzten Krystall-Körnern verschiedener Gröfse, welche zwar wasserhell durch-

---

était surtout dans les nombreuses fissures que présentent les couches, fissures, qui ne permettaient pas d'en obtenir des blocs de plus de cinq pieds de longueur, en sorte qu'il ne pouvait être employé qu'à des statues tout au plus de grandeur naturelle".

[1]) Virlet daselbst: „Quelquefois il a une teinte tirant sur le jaunâtre et se rapproche un peu du ton des chairs".

sichtig sind, aber doch viele Einschlüsse von grauen, meist durchscheinenden, aber auch undurchsichtigen, äufserst kleinen Körnchen und Splitterchen, gelegentlich auch Kryställchen fremder Mineralien enthalten; die Natur dieser winzigen Einschlüsse in den Kalkspath-Krystallen läfst sich bei ihrer Kleinheit auch bei starker Vergröfserung nicht feststellen; von den schwarzen Körnchen mögen viele Magneteisen oder Kohlenstoff-Partikelchen sein. Die meisten Kalkspath-Krystalle zeigen die scharf durchziehenden Spaltungslinien und die zahlreichen schmalen Zwillingslamellen; Krystall-Flächen konnten sich in dem dichten Aggregat der Kalkspäthe nicht ausbilden.

Das gröbere, feste und zugleich rein durchsichtige Krystallgefüge des Lychnites verschaffte diesem Marmor seine verhältnifsmäfsig grofse Durchsichtigkeit; das Licht dringt in keinen Marmor tiefer ein, als in diesen, obwohl ja solches Durchscheinen des Lichtes in dem vielkörnigen Gestein immerhin ein beschränktes bleibt im Vergleich mit einzelnen Krystallen von durchsichtigen Mineralien; im Vergleich aber mit undurchsichtigen Körpern, wie z. B. mit dem weifsen Formgips, ist der Unterschied ein bedeutender und wichtiger. Ich machte die Probe, dafs der beste weifse Pentelische Marmor aus den antiken Brüchen am Pentelikon das Licht nur bis zu Gesteinsdicken von 15^{mm}, der beste Carrarische bis zu 25^{mm}, der Lychnites aus der Nymphengrotte (vom Anstehenden) von Paros aber bis zu 35^{mm} durchscheinen und eindringen lassen. Auf diesem verhältnifsmäfsig tiefen Eindringen des Lichtes beruht zum grofsen Theil die Schönheit des guten Parischen Marmors. Die herrliche Statue des Hermes von Praxiteles in Olympia verdankt dieser wichtigen Eigenschaft des Lychnites die lebensvolle Wärme ihrer schimmernden Hautoberfläche; besonders am rechten Fufs des Hermes sieht man diese schöne Durchscheinung der Haut trotz des starken Reflexes der sehr sorgfältig geglätteten und polirten Oberfläche. Es kann wohl jetzt kein Zweifel mehr darüber obwalten, dafs die Fleischtheile der antiken Statuen niemals mit einer Farbe übermalt waren, sondern nur zum Theil die Gewandstücke, die Riemen der Sandalen, die ornamentalen Zeichnungen auf Gürtel, Helm, Gewändern etc.; denn durch die völlige Übermalung wäre ja diese hervorragendste und schönste Eigenschaft des Parischen Marmors, seine Fähigkeit das Licht bis zu einer gewissen Tiefe des Steins einfallen

und eindringen zu lassen, gänzlich verloren gegangen; die alten Meister wären nicht genöthigt gewesen, diesen kostbaren Marmor für ihre erhabenen Götterbilder für schweres Geld zu kaufen, jeder andere Marmor oder ganz stumpfe und undurchsichtige Gesteine hätten ihnen bei einer Bemalung der ganzen Oberfläche und aller Fleischtheile genügen können!

Der Parische Marmor wird von den römischen Steinmetzen als „Marmo greco duro“ bezeichnet; seine Härte ist freilich nicht gröfser als diejenige jedes andern Marmors, wenn man „Härte“ im mineralogischen Sinne gebraucht: denn der Kalkspath hat stets dieselbe Härte im Vergleich mit andern Mineralien oder Körpern: er trägt die Härte No. 3 in der Mohs'schen Härteskala der Mineralien (Quarz No. 7, Diamant No. 10). Jedoch kennt der Steinmetz und Laie diese wissenschaftlich fixirte Härte der Mineralien nicht, und nennt „Härte“ eines Gesteins in der Regel die Festigkeit seines Gefüges, das ist die gröfsere oder geringere Haftbarkeit der einzelnen Mineralkörner im Gestein an einander und den Widerstand, welchen im Gefüge des Gesteins die einzelnen Mineraltheilchen gegen den Versuch ihrer Trennung von einander entgegensetzen. Und durch solche Festigkeit seines Korngefüges zeichnet sich der Lychnites in der That vor anderen, loskörnigeren und weniger festen Marmoren aus; hauptsächlich verdankt er diese Festigkeit dem Umstande, dafs er aus der Tiefe des Berges, aus den unterirdischen Nymphen-Grotten heraufbefördert wurde, aus einer Tiefe, in welcher er weniger stark der Verwitterung und Zersetzung seiner Bestandtheile durch das Tageswasser ausgesetzt war; ich habe dies schon oben bei Besprechung des Pentelischen Marmors aus den antiken Brüchen hervorgehoben: je tiefer die Brüche in den Berg einschneiden, um so festere Bänke — bei sonst gleichen Bedingungen — werden angetroffen. Die bedeutende Frische und dieser Mangel an beginnender Zersetzung des Gesteinsgefüges, deren Spuren man in den meisten andern Gesteinen und Marmoren in geringerem oder stärkerem Maafse verfolgen kann, bedingen nicht nur die „Härte“, resp. die grofse Festigkeit des Parischen Marmors, sondern geben auch neben der Grofskörnigkeit seiner durchsichtigen Krystalle einen wesentlichen Grund ab für die oben besprochene Durchsichtigkeit des Lychnites; je frischer und unverwitterter ein Marmor ist, um so schöner glänzen die festgefügten Krystalle seiner Gesteinsmasse.

So grofs ist der Einflufs der Atmosphärilien auf das Gestein, dafs die Stücke Lychnites, welche ich in der Tiefe der Nymphen-Grotten von der anstehenden Felsbank abgeschlagen habe, einen stärkeren Glanz, eine gröfsere Frische und eine tiefere Durchsichtigkeit zeigen, als derselbe Marmor in den antiken Götterbildern: sogar am Hermes des Praxiteles ist der Marmor etwas stumpfer geworden, als derjenige vom Anstehenden; es erklärt sich dies leicht daraus, dafs diese Statue Jahrhunderte lang in Schutt und Erdreich begraben lag und lange Zeiten dem bis in ihre Gesteinsmasse eindringenden Regenwasser ausgesetzt war. Dies ist freilich nur ein feiner Unterschied, den zu sehen das Auge geübt sein mufs; denn der Hermes ist unter den antiken Statuen eine der am besten erhaltenen in Bezug auf ihre Gesteinsmasse, aber trotzdem haben wir uns den Glanz und die Durchsichtigkeit der Haut auch bei dieser Statur noch in einem erhöhten Mafse zu denken für jene Zeit, in der sie frisch aus der Werkstätte des Praxiteles hervorgegangen war.

Mitten in der Bank des Lychnites in der Tiefe der Nymphen-Grotten kommen dunkelgrau gefärbte Streifen vor; in einem solchen Stück, das ich vom Anstehenden aus den östlichen tiefsten Theilen der Grotten abschlug, rührte die graue Färbung hauptsächlich vom Magneteisen her, dessen schwarze, glänzende Körner in diesem Stücke so grofs werden, dafs man sie deutlich mit der Lupe als Magneteisen erkennen kann. In dem schneeweifsen Lychnites konnte ich allerdings durch die chemische Analyse keine Spur von Eisen nachweisen: ein solches Stück des besten Marmors von Paros löste sich vollständig auf in verdünnter Essigsäure und gab sich kund als chemisch reiner kohlensaurer Kalk; die mikroskopisch kleinen fremden Einschlüsse in den Kalkspath-Krystallen sind wegen ihrer geringen Menge bei der chemischen Analyse nicht nachzuweisen. Ich fand die im Alterthum bearbeiteten Flächen des weifsen Lychnites in der Nymphen-Grotte meist mit einer feinen gelbbraunen Eisenhaut überzogen; dieses Eisen in seiner immerhin nur unbedeutenden Menge war jedoch nicht aus dem weifsen Lychnites selbst, der wie gesagt ganz unverwittert ist, entstanden, sondern war vom Wasser aus den überlagernden grauen Marmoren des Berges in die Tiefe der Höhlungen eingeschlemmt worden.

Im weifsen Lychnites habe ich niemals Glimmer gesehen, weder

mit der Lupe noch im Mikroskope, — im Gegensatz zu dem Pentelischen Marmor, der in der Regel einzelne Glimmerblättchen oder ganze Glimmerlagen enthält; auch Eisenkieskörnchen, wie sie im Pentelischen Marmor häufig vorkommen, konnte ich nicht bemerken; ebenso fand ich in den mikroskopischen Schliffen des Lychnites keine Quarzkörnchen. Dafs er noch Reste von Kohlenstoffpartikelchen enthält, das wird bewiesen dadurch, dafs der Lychnites ebenso wie jeder andre Marmor von Paros und Naxos beim Anschlagen stets einen bituminösen Geruch entwickelt; es müssen also noch bituminöse Substanzen in dem schneeweifsen Marmor ebenso wie in den grauen Parischen Marmoren enthalten sein.

Endlich zeichnet sich der Lychnites dadurch aus, dafs er keine Schichtung zeigt; die Kalkspath-Krystalle liegen niemals parallel zu einander, noch sind sie nach einer Richtung langgestreckt, sondern sie sind regellos verstreut in der Gesteinsmasse, so dafs diese stets einen massigen Eindruck macht. Sogar wo die erwähnten grauen Streifen durchlaufen, ist die Schichtung vollständig verwachsen und nur etwa daran noch zu erkennen, dafs die Streifung im Marmor parallel der allgemeinen Schichtung der ganzen Marmorlager im Berge verläuft. Im Gegensatz zum Pentelischen Marmor blättern daher die Stücke aus Parischem (und Naxischem) Marmor nicht schichtig ab, sondern verwittern körnig; auch können keine lagerhaften Stücke aus dem Anstehenden gebrochen werden. Die gute Bank des Lychnites geht nach oben und unten allmählich und ohne scharfe Grenzen in den gewöhnlichen, grobkörnigeren Parischen Marmor im Marpessa-Berge über.

XIII. Andere Marmore auf Paros.

Wir erwähnten oben die antiken Marmorbrüche auf der Westseite des kleinen Thales bei Hagios Minas; an einer Stelle wurde hier im Jahre 1883 gebrochen und eine Säule nach Athen gebracht, in deren körnigem Kalkspath-Gefüge mir damals Herr Ing. Cordellas ein kleines Aggregat von weifsen Quarzkörnern zeigte; in gröfserer Menge kommen Quarzkörner in den Partieen des Parischen Marmors vor, welche sich nahe den Grenzen gegen den Gneiss befinden.

Grofse antike Marmorbrüche sieht man auch auf halbem Wege zwischen Parikia und Hagios Minas; endlich liegen auch antike Brüche in dem Thale, das aus der Gegend von Hagios Minas nach Norden zu der grofsen Hafenbucht von Naussa hinabzieht.

In diesen verschiedenen antiken Marmorbrüchen auf der Insel Paros kommt zwar auch viel weifser Marmor vor, derselbe ist aber sonst nirgends auf der Insel so schön und auch verhältnifsmäfsig so feinkörnig, wie der Lychnites in den Nymphen-Grotten: der hellgraue, selten dunkelgraue Marmor herrscht hier überall vor. Das Korn dieser gewöhnlichen Parischen Marmore ist stets ein ziemlich grobes: die Körner sind durchschnittlich 2—3^{mm} grofs, viele werden bis 5^{mm} grofs; eine feinkörnige Grundmasse fehlt vollständig. Unter dem Mikroskope sind die Kalkspath-Krystalle wasserhell durchsichtig; sie zeigen stets die scharfen Spaltungslinien und die Zwillingslamellen, auch die eckige Umgrenzung, gerade wie im Lychnites; jedoch sind kleine schwarze, graue und farbige fremde Einschlüsse reichlich in die Kalkspath-Krystalle eingestreut, und diese bedingen die in der Regel hellgraue Färbung des Gesteins. Die Durchsichtigkeit dieser Marmore ist nicht bedeutend, aber in verschiedenem Grade vorhanden; die grauen Marmore lassen das Licht nur in dünnen Splittern durchscheinen; auch die weifsen reflectiren zwar das Licht gut auf den spiegelnden Spaltungsflächen der Kalkspath-Krystalle, lassen aber auch das Licht viel weniger in ihre Gesteinsmasse eindringen, als es bei dem schönen Lychnites der Fall ist.

An den Grenzen der Marmorlager gegen die Gneisse, mit denen sie wechsellagern, gehen Marmor und Gneiss allmählich in einander über: der Marmor nimmt Glimmer auf, und zwar ist hier neben dem silberweifsen Kaliglimmer auch der dunkelbraune Magnesia-Glimmer vorhanden, der in Attika im krystallinen Gebirge ganz fehlt; schwarzes Magneteisen stellt sich reichlich ein; auch Hornblende, Granaten und andre Kalksilikate treten hinzu. Zugleich erhält der Marmor nahe diesen Grenzen durch die Glimmerlagen eine kenntliche Bankung und Schichtung; schliefslich entsteht ein Marmor-Glimmerschiefer, der mit dünnen Gneiss-Schichten wechsellagert, bis dieser ganz überhand nimmt.

Ich bemerke aber, dafs die meisten antiken Brüche auf Paros und gerade die gröfseren nicht in diesen Grenzmarmoren gegen die Gneisse

hin angelegt sind, sondern in den compacten Marmormassen, in denen weder Glimmer, noch Schichtung zu sehen ist.

Alle diese Marmore von Paros, sowohl die gewöhnlichen grauen und weifsen Marmore, wie der Lychnites, entwickeln beim Zerschlageu einen bituminösen Geruch, der in verschieden starkem Grade, meist aber recht kräftig zu spüren ist; in allen diesen Gesteinen dürften demnach Reste von den ursprünglich in den meisten Kalksteinen vorhandenen Kohlenstoff-Partikelchen übrig geblieben sein, deren Kohlenwasserstoff-Verbindungen den eigenthümlichen bituminösen Geruch hervorrufen.

XIV. Marmore von der Insel Naxos.

Die grofse und schöne Insel Naxos wird der Länge nach von Süd nach Nord von einem Gebirge durchzogen, dessen Berge 1000^{m}, dessen Pässe ca. 500^{m} hoch werden. Die niedrigeren Hügelzüge des westlichen Theiles der Insel bestehen aus einem recht grobkörnigen Gneiss, oft als Augengneiss mit grofs ausgeschiedenen Orthoklasen ausgebildet; derselbe ist im nördlichen Theil der Insel durchzogen von einer Unzahl von Turmelin-Granitgängen. Über diesem grobkörnigen Gneiss als Grundlage folgen im Gebirge feinkörnigere Gneisse und Marmorlager. Auf der Nordseite des Gebirges schalten sich zwischen die dort sehr mächtigen hellgrauen Marmormassen unregelmäfsige Lager von Schmirgel (σμιρίγγλι) concordant ein; dieser vortreffliche und sehr harte Schleifstein, der 60—80 pCt. Thonerde und 20—40 pCt. Eisenoxyd enthält, wurde bekanntlich schon im Alterthum ausgebeutet und angewendet, so dafs die Marmore der Skulpturen wohl auch mit Schmirgelpulver geglättet wurden; jedenfalls mufsten die Römer die von ihnen vielfach verwendeten harten Gesteine (Porfido rosso aus Ägypten, Porfido verde antico aus Lakonien, verschiedene Basalte etc.) mit Schmirgel schleifen und poliren.

Im äufsersten Norden der Insel Naxos suchte ich die antiken Marmorbrüche auf, in deren einem der unfertige Apollo-Koloss liegt (abgebildet in L. Ross, Inselreisen Bd. I, S. 34, Stuttgart 1840). Von dem ca. 450^{m} hoch am Gebirge liegenden Dorfe Komiakí steigt man etwa 1½ Stunden in einem Thale nach Norden hinab bis zu einer Meeresbucht,

die noch 2,5^{km} vom Nordkap der Insel entfernt ist; auf einer Felszunge auf der Westseite der Bucht erhebt sich eine kleine Kapelle des Hagios Joannis; die bei dieser Kapelle stehenden Häuschen tragen noch jetzt den Namen „Apollona“ nach der nahe oberhalb in dem Bruche liegenden Statue. Mehrere antike Brüche öffnen sich in den Bergabhängen südlich und westlich von Hagios Joannis in 30 bis 50^{m} Höhe über dem nahen Meere; auch weiter gegen Norden sah ich noch andere antike Brüche liegen an der Küste auf der Ostseite der nördlichsten Landspitze.

Diese Brüche bei „Apollona“ zeigen überall die charakteristischen Merkmale antiker Bearbeitung; es ist wohl in denselben seit dem Alterthum niemals wieder gebrochen worden, daher auch der Apollo-Koloss noch an seinem Platze neben dem Marmorlager, aus dem er einst abgemeifselt wurde, liegen geblieben ist.

XIVa. Der Marmor des Apollo und seines Lagers ist hellgrau getönt, mit dunkleren grauen Partieen und Streifen, auch mit einzelnen grauen Körnern; er ist stumpf undurchsichtig; er besitzt ein grobes Krystallkorn, indem die Kalkspathkörner seiner Gesteinsmasse durchschnittlich 2—3^{mm}, viele auch 3—5^{mm} grofs sind; hier und da kommen auch etwas feinkörnigere Flecken mitten zwischen den groben Kalkspath-Aggregaten vor. Unter dem Mikroskope sieht man ein regelloses Mosaik von Kalkspath-Krystallkörnern verschiedener Gröfsen; in den meisten Krystallen liegen viele sehr kleine Einschlüsse von fremden Mineralien, graue und schwarze, auch farbige, von deren Menge die hellgraue Tönung des Marmors herrührt; an manchen Stellen häufen sich diese Verunreinigungen und trüben die sonst wasserhell durchsichtigen Kalkspäthe; durch viele der gröfseren Kalkspath-Krystalle laufen die scharfen Spaltungslinien und zahlreiche schmale Zwillingslamellen, bei anderen treten diese inneren Structuren nicht so deutlich hervor, gerade so wie bei den meisten kleineren Krystallen der Gesteinsmasse.

Der bituminöse Geruch macht sich beim Zerschlagen dieses Marmors stark geltend.

In solchen grobkörnigen Marmorarten ist die Schichtung im einzelnen stets verwachsen, und die Krystalle liegen regellos im Gestein, so dafs der Marmor massig aussieht; im Grofsen aber ist die Schichtung deutlich sowohl durch die sich von einander ablösenden Bänke, als be-

sonders durch die hellgraue Streifung, welche parallel der Schichtung verläuft. Hier im Lager des Apollo sind die Alten beim Abbau der Schichtung der Marmorbänke gefolgt: die Schichten fallen mit 25—30° in Ost ein und die Schnittflächen, in denen der 10,5^{m} lange Apollo-Koloss abgeschrotet wurde (wahrscheinlich Anfangs mit einer Spitzhacke, dann mit langen Meifseln), stehen senkrecht zur Schichtung, also schief gegen die Horizontale; die Statue wurde aus schräg einfallender Bank herausgemeifselt und liegt auch jetzt nicht horizontal, sondern schief nach Nordosten, wenige Fufs von seinem ursprünglichen Lager entfernt. Im Gegensatz hierzu haben wir oben erwähnt, dafs die Alten weder in den Nymphen-Grotten auf Paros noch am Pentelikon der schrägen Schichtung folgten, sondern unbekümmert um die natürliche Bankung stets in senkrechten und horizontalen Flächen vorgingen; auch die übrige noch etwas primitive Bearbeitung des Marmors in diesen Brüchen scheint es mir wahrscheinlich zu machen, dafs in späteren Zeiten des Alterthums hier nicht mehr gebrochen worden ist.

Der ganze Berg, an dessen Nordgehänge dieser Bruch des Apollo sich öffnet, besteht aus dünnschichtigen Gneissen, zwischen denen die Marmore Lager von wenigen Metern bis zu ca. 30 Meter Mächtigkeit bilden.

XIVb. Zu beiden Seiten einer kleinen Schlucht, welche kaum 200 Schritte weiter westlich vom Apollo im Berge herabzieht zur Meeresküste, sind mehrere antike Brüche zu sehen, von verschiedener Gröfse, alle nicht so rationell und sorgfältig betrieben und abgebaut, wie es bei den Marmorbrüchen auf Paros und am Pentelikon der Fall ist; doch sieht man auch hier überall senkrecht abgeschrämte Wände und die charakteristische Art und Weise der antiken Handarbeit. Diese Brüche waren mir dadurch interessant, dafs ich hier einen weifsen grobkörnigen Marmor vorfand, der ganz genau mit dem grobkörnigen Gesteine der Dachziegel von einem alten Tempel auf der Akropolis in Athen und vom Zeustempel in Olympia übereinstimmte (vergl. im letzten Abschnitte die Baumaterialien von Athen und Olympia). Es ist dies ein so grofskörniger Marmor, wie ich ihn auf Paros nicht gefunden habe.

Dieser Marmor ist ziemlich weifs, doch mit einem kleinen Stich ins hellgraue; die Kalkspath-Krystalle sind durchschnittlich 3—4^{mm} grofs, viele werden gröfser, manche erreichen einen Durchmesser von 6—7^{mm};

ein einzelnes Korn mifst 8^{mm} Länge. Dabei sind die Krystalle regellos vertreut, sie strecken sich nicht nach einer Richtung in die Länge, noch liegen sie parallel zu einander. Unter dem Mikroskope erscheinen die grofsen Kalkspath-Krystalle klar durchsichtig, mit sehr kleinen fremden Einschlüssen, welche oft parallel den Zwillingslamellen eingelagert sind; die Krystalle sind recht frisch (ohne angehende Verwitterung), und sie zeigen sämmtlich scharfe Spaltungslinien und Zwillingslamellen; die letzteren sind oft sehr schmal und in dichten Streifen aneinander gereiht; kleinere Kalkspath-Krystalle sind in dem grofskörnigen Mosaike nur in geringer Anzahl vorhanden.

Das Gefüge dieses Marmors ist, wie bei den meisten grobkörnigen Marmoren, ein verhältnifsmäfsig loses, die Festigkeit des Gesteins (seine „Härte" nach dem Ausdruck der Laien) ist demgemäfs nicht eine besonders grofse; diese „Loskörnigkeit" (loses Korn) giebt sich dadurch kund, dafs dieser Marmor bei der Verwitterung in gröfsere Körner zerfällt. Der geringe Grad an Festigkeit bewirkt auch zum Theil die Undurchsichtigkeit des Gesteins; bei der Reinheit der grofsen Kalkspath-Krystalle würde sonst das Licht tiefer in den Marmor eindringen können; so aber befindet sich Luft in den zahlreichen feinen Spalten zwischen den nicht festgefügten, sondern lose aneinander gereihten Kalkspath-Körnern, und macht das Gestein milchweifs undurchsichtig (wie der weifse Schaum des Wassers). Übrigens sind die Stücke, die ich vom anstehenden Fels in den Brüchen abgeschlagen habe, noch frischer und fester gefügt, als die Stücke der Dachziegel, welche ich in Olympia und auf der Akropolis von Athen aufgenommen habe; die letzteren waren eben stärker den Einwirkungen des Regenwassers und der wechselnden Lufttemperaturen ausgesetzt, und mögen auch wohl schon durch die Bearbeitung ein wenig loskörniger geworden sein.

f. Marmore, deren Herkunft ich nicht kenne.

XVa. An archaischen Statuen im National- und im Akropolis-Museum zu Athen (zum Theil aus dem Ptoon in Böotien) lernte ich einen

Marmor kennen, welcher dem eben beschriebenen Marmor No. XIVb von Naxos ziemlich vollkommen gleicht, nur dafs er noch grobkörniger ist als jene Stücke, die ich auf Naxos sammelte. So weit sich das nach dem immerhin nicht mehr frischen, sondern in beginnender Verwitterung begriffenen Gesteine der genannten Statuen beurtheilen läfst, scheint dieser „ganz grobkörnige Marmor", wie ich ihn im nachfolgenden Verzeichnisse genannt habe, noch etwas loskörniger zu sein, als der Naxische No. XIVb. Dabei ist er auch ziemlich weifs mit einem leichten Stich ins Graue.

Auf der Insel Samos ist eine archaische Statue einer Priesterin gefunden worden, welche den gleichen Stil zeigte, wie diejenigen archaischen Priesterinnen, welche aus dem Perserschutt auf der Akropolis von Athen vor einigen Jahren ausgegraben wurden; aus diesem Grunde werden diese Statuen von der Akropolis als „Samisch" von den Archäologen bezeichnet, obwohl natürlich der Beweis einer samischen Herkunft dieser Statuen aus dem Perserschutt der Akropolis von Athen durch den erwähnten Fund auf Samos keineswegs ein unumstöfslicher genannt werden kann. Es würde daher von grofsem Werthe sein, zu constatiren, ob die auf Samos gefundene archaische Statue aus demselben „ganz grobkörnigen Marmor" besteht, wie die stilgleichen Statuen von der Akropolis zu Athen, und zweitens, ob etwa dieser ganz grobkörnige Marmor auf der Insel Samos in antiken Marmorbrüchen wirklich vorhanden ist. Herr Dr. Sauer, der im Juli 1889 auf Samos war, hat mir Proben vom Anstehenden des Burgfelsens der Stadt Samos geschickt, welche aber kein Marmor, sondern ein heller dichter Kalkstein waren; ein anderes Marmorstück, das Dr. Sauer für mich vom Thore des Logothetenkastro von Tigani auf Samos abschlug, entspricht nicht diesem Marmor No. XVa, sondern gleicht genau dem Marmor, wie ich ihn in Ephesus von den Säulen des Artemis-Tempels abgeschlagen habe.

Dieser Marmor No. XVa und auch der folgende No. XVb scheinen mir im Ganzen mehr den grobkörnigen Marmoren von Naxos zu gleichen, als denjenigen, die ich in Ephesus und Pergamon kennen gelernt habe; ich will hier nicht näher auf die letzteren eingehen, da ich, wie oben bereits bemerkt, an der kleinasiatischen Küste keine antiken Marmorbrüche aufgesucht habe; ich will hier nur beiläufig bemerken, dafs die

beiden Stadthügel von Ephesus einen grauen Marmor enthalten, eingelagert im Gneisse, während der Burgberg und die nächste Umgebung von Pergamon aus Trachyt bestehen.

XVb. Im Tempel von Bassae bei Phigalia und auf dem Ausgrabungsfelde von Olympia fand ich in Werkstücken einen auffallend struirten Marmor, den ich hier kurz erwähnen will; ich habe diesen Marmor an keiner andern Stelle in Griechenland gesehen, vermuthe aber nach seinem allgemeinen Habitus, dafs er von einer der Inseln des Ägäischen Meeres stammt. Es ist ein weifser Marmor mit einem Stich ins Hellgraue. Das Gestein ist grobkörnig und vollständig auskrystallisirt; jedoch sind die einzelnen Kalkspath-Krystalle nach einer Richtung hin stark in die Länge gezogen, sodafs die spiegelnden Spaltungsflächen der Krystalle dem Marmor ein langsträhniges Aussehen verleihen: die einzelnen Krystalle werden bis zu 30 und 40^{mm} lang; sie bleiben dabei meist wenige Millimeter breit, zuweilen sind sie aber auch 10 bis 15^{mm} breit, sodafs das Gestein dann eine ganz grobkörnige Structur annimmt.

Für solche nnd andere grobkörnige Marmore, die am meisten noch den grobkörnigen Marmoren der Insel Naxos gleichen, habe ich die vorläufige Bezeichnung „Inselmarmore“ gebraucht. Von den Inseln der Cykladen kenne ich, aufser den Marmoren von Paros und Naxos, diejenigen von Tinos, Syra und Seriphos; den Marmor dieser drei Inseln habe ich an keinem antiken Werke in Athen oder den andern von mir besuchten antiken Stätten bemerkt; auch befinden sich meines Wissens auf diesen Inseln keine antiken Marmorbrüche, während jetzt z. B. der weifse und hellgraue Marmor von Tinos ziemlich stark ausgebeutet wird. Andros, Anaphe und Thasos besitzen Marmore, die ich nicht kenne, die jedoch nach den vorliegenden Nachrichten im Alterthum verwendet wurden. Auf der Insel Kreta sind bisher geologische Untersuchungen kaum vorgenommen worden, und mir ist nicht bekannt, ob auf Kreta Marmor und antike Marmorbrüche vorhanden sein mögen.

Verzeichnifs

der antiken Skulpturen, Denkmäler, Inschriften etc., welche ich in Athen, Argos, Mykenae, Sparta, Messene, Olympia, Larissa, Naxos auf ihre Marmor-, resp. Gesteinsart untersucht habe.

Vorbemerkung.

Da ich die Art des Marmors in der Regel nur im frischen Gesteinsbruche, nicht aber an der bearbeiteten und künstlich geglätteten Oberfläche der Skulpturen bestimmen konnte, so hatte der Generaldirector der Museen in Athen, Herr Dr. Kavvadias, wie ich bereits in der Einleitung bemerkt habe, die Gefälligkeit mir zu erlauben, von den Skulpturen, an denen kein frischer Bruch zu sehen war, eine kleine Probe mit dem geologischen Hammer abzuschlagen, nachdem sich Herr Kavvadias selbst davon überzeugt hatte, dafs ich stets nur ein sehr kleines Stückchen und nur an bereits verletzten oder nicht bearbeiteten Theilen der Skulpturen abschlug; trotz dieser von mir stets geübten Discretion ist es nicht genug anzuerkennen, dafs Herr Kavvadias mir diese Erlaubnifs gegeben hat; ohne dieselbe wäre mir eine genaue Bestimmung der Marmorart bei der Mehrzahl der Skulpturen in den Athener Museen unmöglich gewesen. Die abgeschlagenen Proben habe ich sorgfältig gesammelt, dieselben miteinander, sowie mit den vom Anstehenden in den antiken Brüchen geschlagenen Handstücken verglichen und einer eingehenden Untersuchung, auch in mikroskopischen Präparaten, unterworfen.

Ebenso habe ich in den Museen zu Argos, Sparta und Larissa Proben von einigen der daselbst aufbewahrten Skulpturen mit dem geologischen Hammer abgeschlagen. In Olympia war mir dies leider nicht möglich, da der Ephoros, Herr Leonardos, bei meinem Aufenthalte in Olympia (Mitte Juli 1889) nicht gegenwärtig war.

Für die archäologische Bestimmung der Skulpturen in Athen hatte ich mich der sachkundigen Hülfe des Herrn Dr. Wolters, zweiten Sekretars des Deutschen Archäologischen Institutes zu Athen, zu erfreuen;

Herr Dr. Wolters hat mich stets bereitwilligst in die Athener Museen begleitet, und hat gütigst die Angaben über Herkunft und über litterarisches Citat für jede der von mir untersuchten antiken Skulpturen in dem hier folgenden Verzeichnisse gemacht; ich erlaube mir hiermit Herrn Dr. Wolters für diese grofse und sorgfältige Mühewaltung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Inhalt des Verzeichnisses.

g. aus Thessalischem Marmor (von Larissa, Abdera) . . . . No. 224—230.

h. in Böotien gefunden . . . . No. 231—243.

1) graustreifiger harter marmorisirter Kalkstein: aus Orchomenos . . . . No. 231—232.
2) hellgelblichweifser dichter Kalkstein, kurzklüftig: aus Thespiae . . . . „ 233—238.
3) feinkörniger oolithischer Kalkstein: aus dem Ptoion und Tanagra . . . . „ 239—242.
4) weifser mergeliger Kalkstein: aus Tanagra . . . . . „ 243.

i. Verschiedenes . . . . No. 244—249.

Eleusinischer Kalkstein: aus Chalkis . . . . No. 244.
Dichter weifser Kalkstein: aus Delphi . . . . „ 245.
Röthlicher Sandstein: von Milos . . . . „ 246.
Gelblicher Sandstein: aus Aetolien . . . . „ 247.
Schwarzer körniger Marmor . . . . „ 248.
Ausländischer, nicht griechischer Marmor: aus Athen . . . . . „ 249.

k. aus Inselmarmor bestehen . . . . No. 250—329.

*k*1. aus ganz grobkörnigem Inselmarmor (von Athen, aus dem Ptoion, von Megara und der Insel Santorin) No. 250—254.

*k*2. aus grobkörnigem Naxischen Marmor (von der Insel Naxos) . . . . „ 255.

*k*3. aus Parischem und Inselmarmor . . . . „ 256—329.

α) Fundort unbekannt (?Athen) . . . . No. 256—260.
β) in Athen und in Attika gefunden . . . . „ 261—269.
γ) auf der Insel Aegina gefunden . . . . „ 270—271.
δ) in Eleusis gefunden . . . . „ 272—275.
ε) in Böotien gefunden (und zwar im Ptoion) . . . „ 276—279.
ζ) in Epidauros gefunden . . . . „ 280—281.
η) zu Lerna in der Argolis gefunden . . . . „ 282.
ϑ) in Sikyon bei Korinth gefunden . . . . „ 283.
ι) zu Pylos in Messenien gefunden . . . . „ 284.
κ) auf der Insel Andros gefunden . . . . „ 285—286.
λ) auf der Insel Amorgos gefunden . . . . „ 287—290.
μ) auf den Inseln Delos und Rheneia gefunden . . . „ 291—320.
ν) auf der Insel Milos gefunden . . . . „ 321—322.
ξ) auf der Insel Kythnos gefunden . . . . „ 323—325.
ο) auf der Insel Kythera gefunden . . . . „ 326.
π) in Lykien und zu Nikaea in Bithynien gefunden . „ 327—329.

C. Skulpturen in Athen, welche noch nicht in den Museen aufgestellt sind (vom Theseion und Dipylon) No. 330—347.

a. aus Parischem Marmor . . . . No. 330—331.
b. aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor . . . . „ 332—343.
c. aus dem oberen grauen Hymettischen Marmor . . . . „ 344—347.

D. Skulpturen im Museum zu Argos No. 348—353.

a. aus unterem weifsen Pentelischen Marmor . . . . . No. 348—351.
b. aus Marmor von Dolianá . . . . „ 352.
c. aus oberem Kreidekalkstein . . . . „ 353.

E. Von Mykenae (Löwenrelief) No. 354.

F. Skulpturen im Museum zu Sparta No. 355—364.

a. aus grauem und gelbem einheimischen Marmor aus dem Oinusthale . . . . No. 355—361.
b. aus Marmor von Dolianá . . . . „ 362.
c. aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor . . . . „ 363.
d. aus Parischem Marmor . . . . „ 364.

G. Skulpturen in Mavromati (Messene) No. 365—369.

a. aus einheimischem oberen Kreidekalkstein . . . . . . No. 365—368.
b. aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor . . . . „ 369.

H. In Olympia No. 370—383.

a. aus Marmor von Dolianá . . . . No. 370—372.
b. aus weifsem grobkörnigen Inselmarmor . . . . . . „ 373—374.
c. aus weifsem langsträhnigen Inselmarmor . . . . . . „ 375—377.
d. aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor . . . . „ 378—379.
e. aus dem oberen Kreidekalkstein . . . . „ 379.
f. aus schwarzem Peloponnesischen Kalkstein . . . . . „ 380.
g. aus dem dunkelgrauen Eleusinischen Kalkstein . . . . „ 381.
h. aus tertiärem Kalkstein . . . . „ 382.
i. aus Lychnites Lithos von Paros (Hermes des Praxiteles) „ 383.

I. Im Museum zu Larissa in Thessalien No. 384—387.

a. aus einheimischem Marmor . . . . No. 384. 387.
b. aus grüner Serpentin-Breccie (aus sog. Marmor von Atrax) „ 385.
c. aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor . . . . „ 386.

K. Von der Insel Naxos (unvollendeter Apollo) No. 388.

Litteraturnachweise.

In diesem Verzeichnisse sind bei den Litteraturnachweisen die folgenden Abkürzungen gebraucht worden:

Ἀθήναιον = Ἀθήναιον, σύγγραμμα περιοδικόν. Athen 1872—1882.

Annali = Annali del Istituto archeologico germanico. Roma 1829—1885.

Antike Denkmäler = Antike Denkmäler, herausgegeben vom Kaiserl. Deutschen archäologischen Institut. Berlin 1886—1889.

Ausgrabungen zu Olympia, herausgegeben von E. Curtius, F. Adler u. A. Berlin 1876 ff.

Archäologisches Jahrbuch = Jahrbuch des Kaiserl. Deutschen archäologischen Instituts. Berlin 1886—1889.

A. Z. = Archäologische Zeitung, herausg. von E. Gerhard. Berlin 1843—1885.

Berliner Gipsabgüsse = Die Gipsabgüsse antiker Bildwerke in den königlichen Museen zu Berlin, von C. Friederichs, neu bearbeitet von P. Wolters. Berlin 1885.

Brückner, Ornament etc. = A. Brückner, Ornament und Form der attischen Grabstelen. Strafsburg 1886.

Brunn, Denkmäler = H. Brunn, Denkmäler griechischer und römischer Skulptur in historischer Anordnung. München 1887 ff.

Bulletin = Bulletin de correspondance hellénique. Athen und Paris 1877—1889.

C. I. A. = Corpus inscriptionum atticarum, herausgegeben von der Kön. Preuss. Akademie der Wissenschaften. Berlin 1873—1889.

Conze, Lesbos = A. Conze, Reisen auf der Insel Lesbos. Hannover 1862.

Conze, Grabreliefs = A. Conze, Die Attischen Grabreliefs, Berlin 1890.

Δελτίον = Δελτίον ἀρχαιολογικὸν ἐκδιδ. ὑπὸ τῆς γενικῆς ἐφορείας τῶν ἀρχαιοτήτων. Athen 1888. 1889.

Ἐφημερίς = Ἐφημερὶς ἀρχαιολογική. Athen 1837—1889.

Fiedler, Reise = K. G. Fiedler, Reise durch alle Theile des Königreiches Griechenland. 2 Theile. Leipzig 1840—1841.

Fröhner, Louvre = W. Fröhner, Notice de la sculpture du musée du Louvre. Paris 1878.

Gazette archéologique = Gazette archéologique. Paris 1875—1889.

Heydemann, Katalog = H. Heydemann, Die antiken Marmorbildwerke in der sog. Stoa des Hadrian etc. zu Athen. Berlin 1874.

Journal of Hellenic Studies. London 1880—1889.

Kambanis = Kambanis, Handschriftliches Inventar des Museums in Aegina (in neugriechischer Sprache, befindet sich bei der Generaldirection der Museen in Athen).

Kavv. = P. Kavvadias, *Κατάλογος τοῦ κεντρικοῦ ἀρχαιολογικοῦ μουσείου ὑπὸ* Π. *Καββαδία.* Athen 1886—1887.

Kekulé, Theseion = R. Kekulé, Die antiken Bildwerke im Theseion zu Athen. Leipzig 1869.

Kekulé, Idolino = R. Kekulé, Über die Bronzestatue des sog. Idolino. 49. Programm zum Winkelmannsfeste der archäologischen Gesellschaft zu Berlin, 1889.

Le Bas-Reinach = Le Bas, Voyage archéologique en Grèce et en Asie mineure, neu herausgegeb. von S. Reinach. Paris 1888.

Literarisches Centralblatt für Deutschland, herausgegeb. von Zarncke, Leipzig.

Lüders, Dionysische Künstler = O. Lüders, Die Dionysischen Künstler. Berlin 1873.

Michaelis, Parthenon = Ad. Michaelis, Der Parthenon. Leipzig 1871.

Mittheilungen = Mittheilungen des Kaiserl. Deutschen archäologischen Instituts, Athenische Abtheilung. Athen 1876—1890.

Musées d'Athènes = C. Rhomaïdes und P. Kavvadias. Les Musées d'Athènes. Athen 1886.

Revue archéologique, herausgegeben von A. de Longpérier, G. Perrot, A. Bertrand u. A. Paris 1844—1889.

Roehl, Inscriptiones = H. Roehl, Inscriptiones graecae antiquissimae. Berlin 1883.

Römische Mittheilungen = Mittheilungen des Kaiserl. Deutschen archäologischen Instituts. Römische Abtheilung. Rom 1886—1889.

Ross, Archäologische Aufsätze. Leipzig 1855—1861.

Ross, Inselreisen = L. Ross, Reisen auf den griechischen Inseln des Ägäischen Meeres. 3 Bde. Stuttgart 1840—1845.

Schöne, Griechische Reliefs = R. Schöne, Griechische Reliefs aus Athenischen Sammlungen. Leipzig 1872.
Sybel = L. von Sybel, Katalog der Skulpturen zu Athen. Marburg 1881.

A. Museum auf der Akropolis zu Athen.

Die Skulpturen, welche in diesem Museum aufbewahrt werden, sind bekanntlich sämmtlich auf der Akropolis selbst gefunden und zum Theil erst in den letzten Jahren aus dem Schutt der von den Persern zerstörten Bauten ausgegraben worden. Die von mir untersuchten und im folgenden Verzeichnifs aufgeführten Bildwerke von der Akropolis bestehen zu einem Theile aus Attischem Marmor, und zwar zumeist aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor (oben No. I), einige auch aus dem unteren weifsen Hymettischen Marmor (oben No. IV); zum andern Theil sind es solche Marmore, welche sicher nicht aus Attika und überhaupt nicht vom griechischen Continent stammen, sondern von Osten herüberkamen von den Inseln im Ägäischen Meere, die meisten wohl von Naxos oder Paros; möglicherweise könnten jedoch einige von diesen „Inselmarmoren“, wie ich sie vorläufig mit einem allgemeinen Ausdruck benannt habe, von weiter entfernten Inseln, etwa von Kreta, Samos, oder auch von der kleinasiatischen Küste gekommen sein aus antiken Marmorbrüchen, die ich nicht kenne. Unter diesen Inselmarmoren habe ich einige als „ganz grobkörnigen Inselmarmor“ von den andern, etwas weniger grobkörnigen abgeschieden, — es ist dies jener ganz grobkörnige Marmor, den ich oben unter No. XVa besprochen habe, und den wir im National-Museum an einigen archaischen Figuren (Apollo aus dem Ptoion etc. No. 250—254) wiederfinden werden.

Als „grobkörnigen Inselmarmor“ bezeichne ich solchen Marmor, wie ich ihn auf Naxos (oben No. XIV) in den antiken Brüchen vorfand, wobei ich an meine obigen Bemerkungen erinnere, dafs die grobkörnigsten Marmore von Naxos (No. XIVb) nicht viel verschieden sind von den „ganz grobkörnigen“ Inselmarmoren der sog. Samischen Bildwerke; dafs auf Naxos eine alte Kunst heimisch war, beweisen die archaischen Kolossal-Statuen des Apollo, von denen die eine noch an Ort und Stelle

sich befindet (oben unter No. XIVa und unten No. 388), und die andere von den Naxiern in das Apollo-Heiligthum auf Delos geweiht wurde; die Trümmer der letzteren Figur, welche nach einer Nachricht bei Plutarch (Nikias cap. III) schon im Alterthum von einem umstürzenden, ehernen Palmbaum zertrümmert wurde, und ihre Basis sind noch auf Delos vorhanden, und soll das Gestein derselben mit dem Naxos-Marmor übereinstimmen; ein Fufsfragment dieser Delischen Apollostatue befindet sich im British Museum zu London. Auch konnte ein andrer Industriezweig auf Naxos, von dem wir durch eine beiläufige Bemerkung des Pausanias Kunde erhielten (siehe unten im letzten Abschnitt: Baumaterialien in Olympia), nämlich die Technik Dachziegel aus Marmor zu fertigen, wohl nur dadurch gedeihen, dafs die Abfälle der für Skulpturen brauchbaren Marmorblöcke und die aus den Brüchen gewonnenen kleineren Marmorstücke nebenbei und fabrikmäfsig zu den billigen Ziegeln verarbeitet wurden, — gerade wie jetzt bei uns, wo die Abfälle aus den Marmorbrüchen in die Kalköfen, in die Hüttenwerke und in verschiedene Fabriken wandern.

Andere Stücke habe ich als „guten Inselmarmor“ ausgezeichnet, und werden diese wohl aus den Marmorbrüchen auf der Insel Paros herrühren (oben No. XIII); dabei bemerke ich, dafs ich den besten Parischen Marmor, den Lychnites Lithos (oben No. XII), unter den „archaischen“ Skulpturen auf der Akropolis nicht gefunden habe; es scheint vielmehr, als ob die Bank des schönen Lychnites erst in späterer Zeit, erst in der Blüthezeit griechischer Kunst, aufgefunden und ausgebeutet worden sei.

Die ältesten Giebel-Skulpturen von der Akropolis (Typhon, Triton, Stiergruppe, unten No. 98) bestehen aus dem Kalkstein der Halbinsel Akte am Piraeus („Aktites Lithos“). Über die auf der Akropolis zu verschiedenen Zeiten verwendeten Baumaterialien werde ich unten im letzten Abschnitt einige Beobachtungen mittheilen.

Bezüglich der archaischen weiblichen Figuren (sog. Priesterinnen der Athena) aus dem Perserschutt auf der Akropolis will ich hier noch besonders hervorheben, dafs dieselben aus verschiedenartigen Marmoren bestehen, und zwar die einen aus dem „ganz grobkörnigen Inselmarmor“ (sog. „Samische“ Bildwerke), andere aus dem „guten“ oder aus „gewöhnlichem“ Inselmarmor, endlich auch einige aus dem unteren weifsen Pen-

telischen Marmor[1]). Bemerkenswerth ist es auch, dafs zwei dieser Figuren zwar aus grobkörnigem Inselmarmor (? Naxischer oder gewöhnlicher Parischer Marmor) hergestellt sind, aber Arm und Gewandstück mit dem unteren weifsen Pentelischen Marmor geflickt worden sind; dies dürfte wohl darauf hinweisen, dafs diese beiden Figuren zwar auf den Inseln gefertigt und vollendet wurden, auf dem Transport nach Athen aber oder später Schaden litten und nun hier in Athen mit dem vorhandenen Materiale, dem Pentelischen Marmor, ausgebessert wurden. Dafs solche archaische weibliche Figuren auch vollständig aus dem Pentelischen Marmor gemeifselt worden sind, beweist wohl, dafs Attische oder von den Inseln nach Attika eingewanderte Meister die ursprünglich nur von den Inseln (resp. von Osten her) nach Athen importirten Bildwerke im gleichen oder annähernd gleichen Stile in Athen selbst aus einheimischem Materiale nachahmten und fertigten.

Aus Inselmarmor bestehen, und zwar

a) Aus ganz grobkörnigem Inselmarmor:

1. Oberkörper einer archaischen weiblichen Figur. Musées d'Athènes Taf. 9.

   Auf Grund der Verwandtschaft mit der Hera aus Samos (Bulletin 1880 Taf. 13. 14) für ein Samisches Werk erklärt; vergl. Archäol. Jahrbuch II S. 147, 41. 224.

   Über den Marmor dieses „Samischen" Werkes siehe oben No. XVa.

2. Archaischer weiblicher kolossaler Torso. Ἐφημερὶς 1888 Taf. 6.

   Der gleiche Marmor wie No. 1.

3. Runde Basis mit sechs steif stehenden archaischen weiblichen Figuren. Mittheilungen XIII S. 440.

   Der gleiche Marmor wie bei No. 1 und 2.

b) Aus gutem, grobkörnigen oder gewöhnlichen Inselmarmor, oder aus Parischem Marmor:

[1]) Dr. Wolters macht mich darauf aufmerksam, dafs es oben S. 56 Z. 11 statt „diejenigen archaischen Priesterinnen" genauer heifsen müsse: „einige archaische Priesterinnen"; es geht auch aus dem obigen Wortlaute hervor, dafs nur einige, nicht alle archaischen weiblichen Figuren aus dem Perserschutt auf der Akropolis wegen ihrer Stilgleichheit mit der auf Samos gefundenen Figur von den Archäologen als „Samische" Bildwerke bezeichnet werden.

4. Archaische weibliche Figur. Mittheilungen XIII S. 438.
   Guter Inselmarmor.
5. Archaische weibliche Figur. Denkmäler I Taf. 19, 2. Musées d'Athènes Taf. 10. Gazette 1888 Taf. 10, 1. Ἐφημερὶς 1887 Taf. 9. Journal of Hellenic studies VIII S. 163.
   Guter Inselmarmor.
6. Büste einer archaischen weiblichen Figur. Musées d'Athènes Taf. 14. Gazette 1888 Taf. 7. Jahrbuch II Taf. 14.
   Guter Inselmarmor.
7. Archaische weibliche Statuette. Mittheilungen XIII S. 227.


(Zeichnung Fig. 1.)



   Guter Inselmarmor.
8. Archaische weibliche Figur. Musées d'Athènes Taf. 7. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 5. Gazette 1888 Taf. 11.
   Inselmarmor.
9. Archaische weibliche Figur. Musées d'Athènes Taf. 2. Antike Denkmäler I Taf. 19, 1. Journal of Hellenic studies VIII S. 171.

Inselmarmor.

10. Archaische weibliche Statuette. Mittheilungen XI Taf. 9, 2.

    Inselmarmor.

11. Untertheil einer archaischen sitzenden Figur. Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 3, 1. Sybel 5001.

    Inselmarmor.

12. Archaischer weiblicher Torso. Mittheilungen XII S. 145, 1.

(Zeichnung Fig. 2.)



Inselmarmor; eingesetzter Arm von dem gleichen Material.

13. Archaische weibliche Figur. Musées d'Athènes Taf. 5. Gazette 1888 Taf. 10, 2. Journal of Hellenic studies VIII S. 166.

    Grobkörniger Inselmarmor; der angeflickte Zipfel am rechten Ärmel (Gewandstück mit ornamentaler Borte) besteht aus dem Unteren weifsen Pentelischen Marmor No. I.

14. Archaische weibliche Figur. Musées d'Athènes Taf. 3.
    Grobkörniger Inselmarmor.
15. Archaische weibliche Figur. Journal of Hellenic studies VIII S. 167.
    Grobkörniger Inselmarmor.
16. Archaische weibliche Figur. (In der Litteratur noch nicht erwähnt.)

(Zeichnung Fig. 3.)



Grobkörniger Inselmarmor.

17. Oberkörper einer archaischen weiblichen Figur. Jahrbuch II Taf. 13. Musées d'Athènes Taf. 13. Gazette 1888 Taf. 16 (nur der Kopf abgebildet). Vergl. Mittheilungen XI S. 353.
    Grobkörniger Inselmarmor; der rechte Arm ist eingesetzt und besteht aus Unterem weifsen Pentelischen Marmor No. I.
18. Archaischer weiblicher Oberkörper. Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 3, 2. Berliner Gipsabgüsse 114. Sybel 5049.

Parischer Marmor.

19. Torso einer archaischen männlichen Figur in Chiton und Mantel. (In der Litteratur noch nicht erwähnt.)
    Guter Inselmarmor.
20. Archaischer männlicher Torso. Mittheilungen XII S. 267.
    Grobkörniger Inselmarmor.

    Eine Plinthe mit zwei Füfsen, die nach den Maafsen zu diesem Torso gehören könnte, besteht aus demselben Marmor; die Basis, in welche sie eingelassen ist (mit geringem Inschriftrest), ist Unterer weifser Pentelischer Marmor No. I.
21. Sitzende Athena-Figur (auf Endoios zurückgeführt). Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 2, 1.
    Inselmarmor.
22. Oberkörper der Athena aus dem Gigantenkampf. Mittheilungen XI S. 185.
    Inselmarmor.
23. Athenatorso. Mittheilungen XIII S. 439.
    Inselmarmor.
24. Athenatorso. Ἐφημερὶς 1887 Taf. 8, 1. 2.
    Guter Inselmarmor.
25. Athenaköpfchen. Mittheilungen VI Taf. 7, 2; XV S. 33. Sybel 5057, 1.
    Parischer Marmor.
26. Weibliches Köpfchen. Mittheilungen IV Taf. 6, 1. Sybel 5135.
    Parischer Marmor mit einem Stich ins Bläulichgraue.
27. Nikestatue. Mittheilungen XI Taf. 11c.
    Parischer Marmor.
28. Torso einer Nike. Mittheilungen XIII S. 227.
    Parischer Marmor.
29. Kleiner Niketorso. Ἐφημερὶς 1888 S. 90.
    Guter Inselmarmor (verschieden von dem Marmor der folgenden No. 30).
30. Kleiner Niketorso. Ἐφημερὶς 1888 S. 91.
    Ziemlich grobkörniger Inselmarmor.
31. Kleine weibliche Statuette. Ἐφημερὶς 1883 Taf. 8, 3.
    Parischer Marmor.

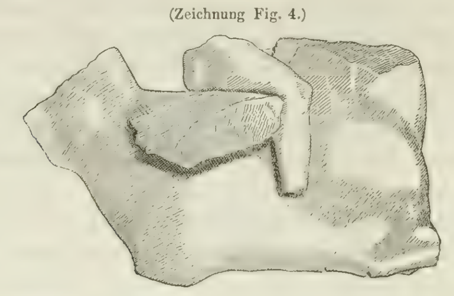
32. Oberkörper einer weiblichen Figur. Mittheilungen XV S. 4.
    Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.
33. Untertheil einer weiblichen Sitzfigur. Mittheilungen XII S. 265.
    Parischer Marmor.
34. Untertheil einer weiblichen Figur — Weihgeschenk des Euthydikos. Archäol. Jahrbuch II S. 219. III S. 271, 1. C. I. A. IV, 1 S. 92, 373[118].
    Die Figur ist guter Inselmarmor, übereinstimmend mit demjenigen der No. 6 oben (vielleicht gehören beide Stücke No. 6 und No. 34 zusammen); die Basis Unterer weifser Pentel. Marmor No. I.
35. Statue des Antenor. Archäolog. Jahrbuch II S. 141. Mittheilungen XV S. 1. 126.
    Inselmarmor; die Basis besteht aus Unterem weifsen Pentelischen Marmor No. I.
36. Statue eines Jünglings. Mittheilungen V Taf. 1 (mit falschem Kopf abgebildet; der zugehörige Kopf allein abgebildet Ἐφημερὶς 1888 Taf. 3). Mittheilungen XV S. 18, 3.
    Guter Parischer Marmor (Lychnites), und zwar ist Kopf und Körper derselbe Marmor, wie dies bei dem genauen Zusammenpassen beider Fragmente nicht anders möglich ist.
37. Jünglingskopf. Ἐφημερὶς 1888 Taf. 2. Journ. of Hell. studies IX S. 123.
    Guter Parischer Marmor.
38. Jugendlicher Kopf. Mittheilungen VII Taf. 9, 1; XV S. 20, 4.
    Parischer Marmor.
39. Kopf eines Jünglings. Früher irrig dem Mittheilungen V Taf. 1 abgebildeten Torso (oben No. 36) aufgesetzt.
    Guter Parischer Marmor.
40. Torso eines nackten Jünglings. Berliner Gipsabgüsse 492. Sybel 5101.
    Guter Parischer Marmor (Lychnites).
41. Kleiner nackter männlicher Torso, auf der linken Schulter liegt die Hand einer zweiten Person. (In der Litteratur noch nicht erwähnt.)
    Parischer Marmor.
42. Archaisches Relief. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 9.
    Inselmarmor.
43. Sphinx, gradeaus blickend. Ἐφημερὶς 1883 Taf. 12, *B*. Mittheilungen XIII S. 121.
    Inselmarmor.

44. Sphinx, den Kopf umwendend. Ἐφημερὶς 1883 Taf. 12, *A*. Mittheilungen XIII S. 121.

Inselmarmor.

45. Knabe auf Hippalektryon (Mittheilungen XII S. 265 erwähnt). Es ist kürzlich noch ein Stück vom Oberkörper des Reiters angesetzt worden, das in der Zeichnung noch fehlt.

(Zeichnung Fig. 4.)



Inselmarmor.

46. Oberkörper eines Jünglings mit gesenktem Kopf (Fig. 5).

(Zeichnung Fig. 5.)



Inselmarmor.

47. Bruchstück einer archaischen Reiterfigur. Musées d'Athènes Taf. 12, 2. Ἐφημερὶς 1887 Taf. 2, 1. 2.
    Parischer Marmor.
48. Fragment einer kleinen Reiterstatue (Pferdetorso und Unterkörper des Reiters). In der Litteratur noch nicht erwähnt.
    Inselmarmor; Oberfläche verwittert.
49. Bruchstück einer Reiterstatue, der Reiter mit eng anliegendem, bunten Gewand bekleidet. Mittheilungen XIV S. 47.
    Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.
50. Pferdevordertheil. Mittheilungen XII S. 107, 1. 144. (Vgl. unten No. 84).
    Parischer Marmor.
51. Lebensgroſse Figur eines liegenden Hundes, archaisch. (In der Litteratur noch nicht erwähnt.)
    Grobkörniger Inselmarmor.
52. Säule mit Künstlerinschrift des Pythis. Δελτίον 1889 S. 16, 10.
    Parischer Marmor.

c) Aus dem Unteren weiſsen Pentelischen Marmor No. I bestehen:

53. Archaische weibliche Figur. Mittheilungen XIII S. 135.
54. Archaische weibliche Statuette. Ἐφημερὶς 1883 Taf. 8, 1.
55. Archaische weibliche Statuette. Ἐφημερὶς 1883 Taf. 8, 2.
56. Archaischer Kopf.

(Zeichnung Fig. 6.)



Bemerkung von Dr. Wolters: Hervorzuheben ist die schlagende Übereinstimmung mit dem Kopf der Statuette der vorigen No. 55 (Ἐφημερὶς 1883 Taf. 8, 2), welche ebenfalls aus Pentelischem Marmor besteht.

57. Archaischer weiblicher Torso mit Granatapfel in der linken Hand. Journal of Hellenic studies IX S. 121.
58. Basis mit den Füfsen der archaischen weiblichen Figur, die sie einst trug. (In der Litteratur nocht nicht erwähnt.) Der Rest der Figur besteht aus Unterem weifsen Pentelischen Marmor, während die Basis dazu aus grobkörnigem Inselmarmor gemacht ist.
59. Archaischer Frauenkopf. (Steht an der Aufsenwand im Kalbträger-Saal, in der Vitrine rechts unten; in der Litteratur noch nicht erwähnt.)
60. Kleines archaisches weibliches Köpfchen. (Steht in der Vitrine links oben im Eingang zum Kalbträger-Saal; in der Litteratur noch nicht erwähnt.)
61. Weiblicher Kopf. Mittheilungen XIII S. 120.

    Marmor oberflächlich angewittert.
62. Weiblicher Torso. (In der Litteratur noch nicht erwähnt.)
63. Athenatorso im Typus der Parthenos. Michaelis, Parthenon Taf. 15, 2. Sybel 5233.
64. Medusenkopf. Mittheilungen XIII S. 440. Journal of hellenic studies X S. 266.
65. Weiblicher Kopf mit Polos. Mittheilungen XIII S. 440. Revue archéologique 1889 XIV Taf. 23.
66. Statue der Prokne. Mittheilungen I S. 304. Sybel 5234.
67. Torso des Sandalen-bindenden Hermes. Mittheilungen XI Taf. 9, 1.
68. Sitzende männliche Figur, ein Schreiber. Mittheilungen XI Taf. 9, 3; vergl. daselbst S. 359.
69. Statuette eines sitzenden Mannes, eines Schreibers, ganz ähnlich der folgenden No. 70; vergl. Mittheilungen XI S. 358, 4.

    Marmor ist ganz derselbe wie bei dem genannten ähnlichen Exemplar der folgenden No. 70.
70. Untertheil der Statuette eines sitzenden Mannes, eines Schreibes. Mittheilungen VI Taf. 6, 2.

71. Archaisches Relief: Athena vor einem sitzenden Manne stehend. Berliner Gipsabgüsse 117.
72. Archaisches Relief, sitzender bärtiger Mann mit Kylix. Mittheilungen XII S. 266.
73. Archaisches Relief: Flötenbläser, drei tanzende Frauen, Knabe. Bulletin XIII Taf. 14.
74. Archaisches Relieffragment, Jüngling mit Syrinx.
75. Relief, stehende Athena. Δελτίον 1888 S. 123. Journal of hellenic studies X S. 268. Mittheilungen XV S. 22, 9.
76. Reliefbruchstück mit kämpfender Athena. Schöne, Griechische Reliefs, Taf. 19, 84.
77. Herakles-Relief. Archäol. Zeitung 1869 Taf. 24, 1. Sybel 5686.
78. Relief: die sog. wagenbesteigende Frau. Berliner Gipsabgüsse 97. Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 1.
79. Relief: Untertheil einer schreitenden männlichen Figur. Berliner Gipsabgüsse 1187.

    Marmor mit einigen Durchgängen von silberweifsen Glimmerblättchen.
80. Die verschiedenen Fragmente der Charitenreliefs. Mittheilungen III S. 181.
81. Relief: Pferdekopf. Berliner Gipsabgüsse 98.
82. Skulpturen vom Parthenon. Nikebalustrade.
83. Fries vom Erechtheion.

    Marmor ziemlich körnig.
84. Pferd mit dem Untertheil seines Reiters. Mittheilungen XII S. 107, 1.

    (Vergl. das Pferd oben No. 50, das aus Parischem Marmor besteht, mit diesem also nicht zusammengehören kann.)
85. Viereckige archaische Basis. Berliner Gipsabgüsse 421.
86. Basis mit Darstellung eines Apobaten. Berliner Gipsabgüsse 1836.
87. Basis des Atarbos. Berliner Gipsabgüsse 1330. 1331.
88. Basis des Onatas. C. I. A. IV, 1 S. 89, 373[99]. Ἐφημερὶς 1887. S. 146.
89. Basis des Theodoros. C. I. A. IV, 1 S. 88, 373[90]. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 6, 5.
90. Eule. Ross, Archäol. Aufsätze I Taf. 14, 3.

91. Sessel aus dem Parthenon. Berliner Gipsabgüsse 1332. C. I. A. II, 3. 1524.
92. Säule mit Inschrift des Kallis. C. I. A. IV, 1 S. 99, 373[197].
93. Säule mit Weihinschrift. C. I. A. IV, 1 S. 102, 373[218].
94. Die nachpersischen Inschriften bestehen durchgängig aus diesem Unteren weifsen Pentelischen Marmor.

d) Aus dem Unteren weifsen Hymettischen Marmor oben No. IV bestehen:

95. Statue des Kalbträgers. Vergl. Mittheilungen XIII S. 113.

    Marmor weifs mit Stich ins Bläulichgraue und mit einigen hellgrauen Streifen, entsprechend dem Marmor, wie er bricht in den antiken Brüchen am unteren Ausgang des Kakorewma am Westabhange des Hymettos 6 km südöstlich von Athen.

    Aus demselben Marmor bestehen die Füfse und die Plinthe.

    Die Basis mit der Inschrift besteht dagegen aus dem mergeligen Kalkstein der Piraeus-Halbinsel.

96. Archaische Thierbilder (Vögel?, Katze?). Berliner Gipsabgüsse 110. Sybel 5006.

    Weifser Marmor mit hellgrauen Streifen, wie derjenige des Kalbträgers.

97. Archaische Thierprotome.

    Weifser Marmor mit hellgrauen Streifen, wie derjenige des Kalbträgers.

e) Aus dem mergeligen Kalkstein, wie er in den antiken Steinbrüchen auf der Halbinsel Akte (daher wohl „Aktites Lithos" genannt) vorkommt, am Piraeus bestehen:

98. Die drei grofsen Reliefgruppen: Typhon, Herakles und Triton, Stier mit zwei Löwen. Mittheilungen XIV S. 67; XV S. 84.

    Gelblichgrauer, mergeliger Kalkstein von verschiedener Härte, meist so weich, dafs er mit dem Messer zu schaben ist; zum Theil mit offenen Gesteinsadern, die mit Kalkspath ausgekleidet sind.

99. Obertheil einer weiblichen Figur. Mittheilungen XII S. 267.

    Besteht aus demselben Material, wie die Giebelgruppen der vorigen No. 98.

100. Runder Untersatz eines Weihgeschenkes (Wasserbecken?), der Smikythe. Mittheilungen X S. 77. C. I. A. IV, 1. S. 87, 373[84].
Gelblichgrauer poröser harter Kalkstein, wie er auf der Halbinsel Akte am Piraeus bricht.

B. Im National-Museum zu Athen.

a) Aus dem Unteren weifsen Pentelischen Marmor No. I bestehen:

α) in Athen und Umgegend gefunden:

101. Archaisches Relief, zwei Frauen. Kavv. 36.
Conze, Grabreliefs N. 20.
Marmor ziemlich körnig. Der Fundort ist nicht sicher (Studniczka, Beiträge zur Geschichte der altgriechischen Tracht S. 81), das Material spricht für Attika.
102. Archaisches Relief vom Dipylon, Oberkörper eines Jünglings mit Petasos. Sybel 15.
Marmor ziemlich körnig.
103. Mittelpartie einer archaischen Grabstele (nackter Jüngling), aus Athen. Kavv. 35. Sybel 10. Conze, Grabreliefs N. 9.
104. Bruchstück eines archaischen Grabreliefs (Hand und Gewandfalten) aus Attika. Sybel 16. Conze, Grabreliefs N. 13.
105. Stele des Antiphanes. Brückner, Ornament etc. Taf. I, 1. Conze, Grabreliefs N. 22.
106. Grabmal des Artemidoros Besaieus, aus Athen. Sybel 524.
Marmor ziemlich körnig; mit einigen Eisenkieskörnchen.
107. Grabmal des Getes (mit aufgemaltem Köcher), aus Athen. C. I. A. IV, 1. S. 118, 491[36].
108. Grabstein des Lyseas. Kavv. 30. Conze, Grabreliefs N. 1.
109. Grabmal des Prokleides, vom Dipylon in Athen. Kavv. 150. Berliner Gipsabgüsse 1050.
Die Basis besteht aus Oberem grauen Hymettischen Marmor No. III (mit bituminösem Geruche).
110. Grabmal des Aristonautes. Kavv. 151. Sybel 944.
Die Basis besteht aus Oberem grauen Hymettischen Marmor No. III (mit bituminösem Geruche).

111. Grabstein des Julius Sabinianus, aus Athen. Sybel 446.

112. Grabstein des Q. Statius Rufinus, von Hagia Triada (Dipylon) in Athen. Sybel 445.

Marmor mit Eisenkies-Körnchen.

113. Bruchstück einer Grabstele (Jüngling mit Diskos) vom Dipylon in Athen. Kavv. 38. Conze, Grabreliefs N. 5.

114. Fragment einer Grabstele mit gemaltem Reiter. Kavv. 31. Mittheilungen IV Taf. 2, 2. Conze, Grabreliefs N. 15.

115. Die attischen Grabreliefs aus dem IV. und V. Jahrhundert im National-Museum (ebenso wie die Mehrzahl der noch vor dem Dipylon stehenden Grabreliefs, vergl. unten) bestehen sämmtlich aus dem Unteren weifsen Pentelischen Marmor No. I. Der Marmor dieser Grabreliefs zeigt öfters eine rothbraune Eisenoxydhaut, während die dem Regen ausgesetzten Architekturstücke desselben Pentelischen Marmors (auf der Akropolis, am Theseion, Hadriansthor, Zeustempel etc.) eine goldbraune Eisenoxydhydrat-Haut durch oberflächliche Verwitterung des Gesteins erhalten haben. An den Grabreliefs sieht man häufig die für den Pentelischen Marmor charakteristischen Durchgänge von silberweifsen, seltener lichtgrünen Glimmerblättchen; zuweilen sind auch vereinzelte silberweifse Glimmerblättchen im Marmor sichtbar. Gelegentlich sind einzelne Eisenkies-Körnchen zu bemerken (einmal beobachtete ich ein solches von 3mm Länge, gewöhnlich sind sie viel kleiner); diese Eisenkies-Körner sind an ihrer Oberfläche stets in Brauneisen durch Verwitterung umgewandelt, und ziehen daher um sich herum einen braunen Kranz und färben den umliegenden Marmor rostfleckig.

116. Votivrelief an Men, Pan und eine weibliche Gottheit. Aus der Umgegend von Athen. Inventar der archäologischen Gesellschaft A 3826.

117. Stehende, weibliche Figur, Hochrelief (fast ganz rund herausgearbeitet), von Hagia Triada (am Dipylon) in Athen. Kekulé, Theseion 386. Sybel 266.

Marmor mit Glimmerdurchgängen.

118. Relief, Herakles mit dem Eber, aus Athen. Kavv. 43. Sybel 13.

119. Doppelherme, aus dem Panathenäischen Stadion in Athen. Sybel 36.

120. Archaistischer bärtiger Kopf. Kavv. 50.

121. Archaistischer bärtiger Kopf. Kavv. 51.
122. Apollon, aus dem Dionysostheater in Athen („Apollon auf dem Omphalos“). Kavv. 45. Sybel 291.

    Marmor ziemlich körnig; an der linken Seite der Figur (rechts vom Beschauer aus gesehen) ein Durchgang silberweifser Glimmerblättchen.
123. Omphalos, im Dionysostheater in Athen gefunden, irrig zu der Apollostatue der vorigen No. 122 gerechnet (Wolters). Kavv. 46. Sybel 291.

    Marmor ziemlich körnig, mit rothgelber Verwitterungshaut.
124. Apollokopf, gefunden beim Olympieion in Athen. Kavv. 47. Mittheilungen I Taf. 8.

    Marmor etwas streifig.
125. Torso einer Dionysosstatue (Replik des „Sardanapallos“) aus dem Dionysostheater in Athen. Sybel 292.
126. Basis mit Hermes Kriophoros, aus Athen. Kavv. 54.
127. Papposilen mit Dionysosknaben. Kavv. 127. Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 27.
128. Jünglingsstatue vom Olympieion (Replik der Jünglingsstatue in Villa Albani No. 44). Mittheilungen XIII S. 231. Δελτίον 1888 S. 73, 1.

    Marmor mit Durchgängen von silberweifsen und lichtgrünlichen Glimmerblättchen.
129. Schreitender Jüngling, aus Athen. Sybel 274.
130. Jüngling, die Hände auf dem Scheitel. Annali 1876 Taf. G. Sybel 2906.
131. Jünglingskopf in kurzem Haar, streng (Myronischen Typen verwandt), gefunden am Dipylon in Athen. Sybel 3163.
132. Bogenschützen, Statuen vom Dipylon in Athen. Sybel 262. 263.
133. Unvollendete Statue eines Athleten, aus Athen. Bulletin V Taf. 3.

    Marmor mit einzelnen silberweifsen Glimmerblättchen und Eisenkies-Körnchen.
134. Lenormant'sche Statuette (Parthenos). Kavv. 64.
135. Athena (Kopie der Parthenos). Kavv. 65.

    Marmor etwas streifig.
136. Kolossaler Athenakopf (vom Eubulides-Denkmal). Mittheilungen VII Taf. 5. Sybel 2891.
137. Ephesische Artemis, Statuette. Sybel 294.

138. Schlafende Maenade, aus Athen. Καββ. 129. Sybel 2119.
139. Torsen der Ilias und Odyssee, aus Athen. Mittheilungen XIV Taf. 5.
140. Weibliche Gewandstatue unbekannter Herkunft. Καββ. 120. Sybel 42.

Bemerkung von Dr. Wolters: Es ist, beginnend mit Heydemann's Katalog eine sich stetig steigernde Verwirrung in der Bezeichnung dreier weiblicher Gewandstatuen entstanden, die kurz verbessert sein möge. Es sind zu unterscheiden:

A. Statue aus Andros (hier angeführt unter No. 286), abgebildet in Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 119. — Revue archéolog. 1846 III Taf. 53, 1 (uns hier — in Athen — nicht zugänglich). — Heydemann No. 191. Sybel 265. — Im National-Museum zu Athen noch ohne Nummer.

B. Weibliche Statue, „aus Karystos", abgebildet in Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 26. — Stephani, Parerga archaeologica XI, im Bulletin historico-philologique de l'académie de St. Pétersbourg X S. 249 (damals No. 3578 der Hadrianstoa). — Heydemann 206 (der zuerst die Provenienz angiebt). — Sybel 275. — Diese Statue befindet sich jetzt noch im Hof des National-Museums.

C. Die oben angeführte Statue, noch nicht abgebildet. Heydemann 199. Sybel 42. Καββ. 120.

141. „Hygieia", Büste. Mittheilungen X Taf. 9.
142. Hygieia-Statue, aus Athen. Sybel 432.

Marmor ziemlich körnig; Glimmerdurchgänge an dem Gewandzipfel hinter der linken Hand.

143. Inschrift über die Kosten des Parthenos-Bildes. Δελτίον 1889 S. 6.
144. Säule mit Inschrift, archaisch. C. I. A. IV, 1. S. 100, 373[199].

Marmor ziemlich körnig.

145. Säulenkapitell mit Weihinschrift des Timotheos. Ross, Archäolog. Aufsätze I Taf. 14, 2.
146. Didaskalie-Inschrift, Architrav. C. I. A. II, 2. 977.
147. Basis mit Inschrift des Kresilas. Δελτίον 1889 S. 36.
148. Das Salaminische Dekret. Δελτίον 1888 S. 117.

Marmor mit Durchgängen von silberweifsen Glimmerblättchen und mit Eisenkies-Körnchen; um die letzteren durch Verwitterung rostbraune Flecken (Eisenoxydhydrat).

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Buchstaben zeigen deutliche Spuren der Bemalung, die erste Zeile war roth, die zweite blau, und so weiter abwechselnd in diesen beiden Farben.

149. Tributliste. C. I. A. I, 243.
Marmor mit Glimmerdurchgängen.

β) Im übrigen Attika gefunden:

150. Sphinx aus Spata in der Mesogeia, Attika. Kavv. 28. Mittheilungen IV Taf. 5.

151. Basis mit Herakles und dem Löwen, aus Lamptrae (bei Koropí in der Mesogeia). Kavv. 42. Mittheilungen XII Taf. 3, 1.
Marmor ziemlich körnig.

152. Grabrelief, stehender Jüngling, aus Laurion. Berliner Gipsabgüsse 1013.
Marmor mit rothbrauner Eisenhaut.

153. Grabrelief, sitzende Frau, aus dem Piraeus. Brückner, Ornament und Form der attischen Grabstelen Taf. II, 1. Conze, Grabreliefs N. 36.

154. Stehender Pan, aus dem Piraeus. Sybel 268. Berliner Gipsabgüsse 2169.
Marmor etwas streifig.

155. Mädchen-Statuette, aus dem Piraeus. Mittheilungen XIV Taf. 4.

γ) Auf Salamis und Aegina gefunden:

156. Grabrelief, Jüngling neben ihm Stele mit Katze, aus Salamis. Kavv. 131. Berliner Gipsabgüsse 1012.
Marmor etwas streifig.

Bemerkung von Dr. Wolters: Über den Fund dieses Reliefs steht die einzige authentische Nachricht in Annali 1829 S. 135. Es werden dort drei Grabreliefs aufgezählt, das erste sei auf Aegina beim Bau des Waisenhauses gefunden, das zweite auf Salamis. „Il terzo ebbi occasione di vedere presso il proprietario del medesimo, il signor Dawkins incaricato d'affari d'Inghilterra presso il governo greco in Egina. Proveniva anche questo da uno scavo intrapreso dal detto signore nella medesima isola.“ Dies dritte Relief ist das oben angeführte Kavv. 131. Es ist nun nicht klar, ob das „nella

medesima isola“ sich auf das zuletzt genannte Aegina oder, worauf das anche questo führen würde, auf Salamis bezieht. Pittakis gab Aegina als Fundort an; da das Relief dem dortigen Museum einverleibt worden war, und von dort erst nach Athen gebracht wurde, wäre ein Irrthum leicht möglich. In dem handschriftlichen Inventar des Museums von Aegina führt nun Kambanis unter No. 26 auf: „ἀνάγλυφον χωρὶς ἐπιγραφὴν ἔχον ἄνωθεν γλύμματα ἀρχιτεκτονικῆς. Ἐκ τῆς νήσου Σαλαμῖνος“. Dies mufs das fragliche Relief sein. In dem Verzeichnifs des Kambanis steht kein einziges Stück von der Provenienz Aegina verzeichnet, welches sich mit dem fraglichen Relief identificiren liefse. Die Provenienz Salamis ist somit gesichert.

157. Grabrelief, stehender Mann, neben ihm Stier, unten Pflug und Hündin, aus Salamis. Sybel 533.

158. Archaischer weiblicher Kopf aus Aegina. Kavv. 48. Mittheilungen VIII Taf. 17, 1.

Bemerkung von Dr. Wolters: Zur Herkunft vergleiche Literarisches Centralblatt 1881 S. 1660. Die in Berliner Gipsabgüsse No. 92 geäufserten Zweifel sind insofern unbegründet, als der Kopf aus dem Besitz der Archäologischen Gesellschaft stammt, also nie zu dem ehemaligen Museum in Aegina gehört haben kann. Im Inventar der Gesellschaft haben wir den Kopf leider nicht auffinden können.

159. Archaistische weibliche Statue aus Aegina. Kavv. 53. Sybel 18.
Marmor etwas streifig.

160. Urkundenrelief aus Aegina. Schöne, Griechische Reliefs Taf. 26, 108. Sybel 315. Berliner Gipsabgüsse 1177.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Herkunft aus Aegina bezeugt Kambanis No. 328: „Ἐπιτύμβιον φέρον εἰς τὴν κορυφὴν ἓν ἄλογον, ἄνθρωπόν τινα καὶ μίαν γυναῖκα, ἡ ἐπιγραφὴ διεφθάρη. Αἰγίνης“.

δ) In Eleusis gefunden:

161. Weiblicher archaischer Kopf aus Eleusis. Kavv. 27. Ἐφημερὶς 1883 Taf. 5.

162. Kleine archaische Figur aus Eleusis. Kavv. 5. Ἐφημερὶς 1884 Taf. 8, 1.

163. Gruppe aus Eleusis, Replik der Gruppe links im Westgiebel des Parthenon. Δελτίον 1888 S. 178, 11.

164. Jünglingsstatue aus Eleusis. Δελτίον 1888 S. 177, 2.
   Bemerkung von Dr. Wolters: Replik des Polykletischen, sich den Kranz aufsetzenden Siegers; siehe Brunn, Denkmäler 46; vergl. Kekulé, Idolino Taf. IV Taf. 13.
165. Das grofse Eleusinische Relief. Kavv. 55.
   Marmor lagerhaft geschnitten.
166. Büste des „Eubuleus", aus Eleusis. Kavv. 106. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 10. Antike Denkmäler I Taf. 34. Anzeiger der Wiener Akademie 1887, XXV (Benndorf).
   Marmor, Haut stark geglättet.

ε) In Böotien gefunden:

167. Reiterrelief aus Tanagra. Berliner Gipsabgüsse 1076.
   Marmor zeigt oberflächlich braune Eisenverwitterung.
168. Grabstein der Plangon, aus Oropos. Kavv. 159. Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 71.
   Marmor etwas streifig.
169. Grabmal des Gathon und Aristokrates, aus Thespiae. Kavv. 32. Mittheilungen III Taf. 15.
170. Kleine archaische Statuette, aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 4.
171. Archaischer unbärtiger Kopf, aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 16. Bulletin X Taf. 7, 2.
   Marmor mit einzelnen silberweifsen Glimmerblättchen (am Kinn!).
172. Archaischer unbärtiger Kopf, aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 15. Bulletin X Taf. 5, 1886. Journal of Hellenic studies VIII S. 184.

ζ) In Atalante und auf Euboea gefunden:

173. Hermes aus Atalante. Kavv. 116. Gazette archéologique II Taf. 22.
174. Portraitfigur aus Eretria auf Euboea. Kavv. 115.

η) In Korinth und in Aegion gefunden:

175. Grabrelief des Phokers Alkias, aus Korinth. Kavv. 161. Mittheilungen XI Taf. 5. Gazette archéologique IX S. 360.
   Marmor mit Durchgängen von silberweifsen Glimmerblättchen.
176. Zwei Portraitstatuen aus Aegion. Kavv. 118. 119. Mittheilungen III Taf. 5. 6.

ϑ) In Epidauros gefunden:

177. Votivrelief aus Epidauros. Archäolog. Jahrbuch II S. 111.
178. Statuette des jugendlichen Asklepios, Weihung des Ktesias, aus Epidauros. Ἐφημερὶς 1886 S. 246.
179. Athena-Statuetten, aus Epidauros. Kavv. 123. 124. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 12.
180. Hygieia-Statuette, Weihung des Gaios, aus Epidauros. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 11, 1.
181. Hygieia-Statuette (in dem Typus Sybel 432), aus Epidauros. Mittheilungen XI S. 334, B, 3.
182. Telesphoros-Statuette, Weihung des Gaios, aus Epidauros. Mittheilungen XI S. 334, B, 6.
183. Hekataion von Phabullos geweiht, aus Epidauros. Ἐφημερὶς 1885 Taf. 2, 12.

  Marmor mit Durchgängen von silberweifsen und grünen Glimmerblättchen.

184. Die Skulpturen von Epidauros (Kavv. 70 ff.) bestehen aus Pentelischem Marmor No. I.

ι) Zu Thyrea in der Argolis gefunden:

185. Votivrelief, Euthenia und Telete, aus Thyrea. Berliner Gipsabgüsse 1847. Sybel 348.
186. Asklepios-Relief aus Thyrea (vom Kloster Lukú). Annali 1873 Taf. *M*. Sybel 319.

$\varkappa$) In Mantinea, Arkadien gefunden:

187. Musenreliefs von Mantinea. Bulletin XII Taf. 1—3.
188. Relief aus Mantinea. Bulletin XII Taf. 4.

λ) Vom Berge Ithome in Messenien:

189. Herakles-Relief vom Ithome. Schöne, Griechische Reliefs Taf. 27, 112. Sybel 320.

μ) Auf den Inseln Delos und Rheneia (der Nekropolis von Delos) gefunden:

190. Jugendlicher Kopf mit breiter Binde, aus Delos. Bulletin IX Taf. 17.

191. Weiblicher verschleierter Kopf, aus Delos. Kavv. 104. Bulletin III Taf. 16.

Marmor ziemlich körnig.

192. Gruppen aus Delos. Kavv. 56—61. A. Z. 1882 S. 337. 339.

Marmor ziemlich körnig.

193. Grabmal der Νίκη Δωσιθέου Θασία aus „Delos" (d. h. von der Insel Rheneia).

Marmor ziemlich körnig, mit hellgrünen Glimmerblättchen und Eisenkies-Krystallen.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Provenienz ist gesichert durch Kambanis No. 188; mit seiner Angabe stimmt die in der Expédition de la Morée III S. 8 zu Taf. 18, 2. 3 „venant de Délos et dessinée à Tinos" überein.

194. Grabmal des Aphthonetos und der Soteris aus Rheneia. Sybel 532.

Marmor mit silberweifsen Glimmerblättchen und kleinen schwarzen Eisenglanz-Krystallen.

195. Grabstein des Pakonios, aus Rheneia. Sybel 455.

Marmor mit Durchgängen von silberweifsen Glimmerblättchen und mit Eisenkies-Körnchen.

196. Grabmal der Diodora, Frau des Atheners Zoilos, aus Rheneia. Sybel 484.

Marmor mit silberweifsen Glimmerblättchen und Eisenkies-Körnchen.

ν) von der Insel Kythnos:

197. Rechte obere Ecke des Grabmals eines Jünglings, aus Kythnos. Kavv. 37. Sybel 7.

Bemerkung von Dr. Wolters: Nach dem Literarischen Centralblatt 1881 S. 1660, „von den Inseln (Chios?)"; die oben mitgetheilte Herkunft beruht auf dem Inventar der Archäologischen Gesellschaft Λ 1594.

b) Aus dem Oberen hellgrauen Pentelischen Marmor (oben No. II) bestehen:

198. Grabstein des Pyrrhias und der Thettale, aus Marussi (auf der Süd-

westseite des Pentelikon gelegen). Berliner Gipsabgüsse 1056. Sybel 474.

Bläulichgrauer Marmor (ohne bituminösen Geruch).

199. Grabstein des Isodotos Isodorou. Sybel 452.

Bläulichgrauer Marmor (ohne bituminösen Geruch).

200. Grabstein des Aristion. Kavv. 29. Conze, Grabreliefs N. 2.

Oberer hellgrauer Pentelischer Marmor mit grauen Streifen, lagerhaft geschnitten. Die Basis besteht aus demselben Marmor.

201. Grabmal der Artemisia, aus Salamis. Kavv. 168. Sybel 96.

Bläulichgrauer, streifiger Marmor (ohne bituminösen Geruch).

Bemerkung von Dr. Wolters: Inventar der Archäologischen Gesellschaft Λ 309.

202. Grabstele der Serapias. Sybel 480.

Bläulichgrauer Marmor mit gelben Streifen (ohne bituminösen Geruch).

203. Grabmal des Hermias aus „Delos" (Rheneia). Sybel 557.

Hellgrauer Marmor mit grauen Streifen, lagerhaft geschnitten (ohne bituminösen Geruch).

204. Orientalisirendes Relief, vom Museionhügel in Athen. Berliner Gipsabgüsse 1333. Bulletin V Taf. 1.

Hellgrauer Marmor mit aussetzender grauer und gelber Streifung (ohne bituminösen Geruch).

205. Vierseitige Herme. Sybel 398. Le Bas-Reinach, Monuments figurés Taf. 32, 1. 2.

Hellblaugrauer Marmor.

c) Aus dem Unteren weifsen Hymettischen Marmor (oben No. IV) bestehen:

206. Grabmal aus Lamptrae (bei Koropí in der Mesogeia, Attika). Kavv. 41. Mittheilungen XII Taf. 2. Conze, Grabreliefs N. 19.
207. Inschrift des Endoios. Δελτίον 1888 S. 208, 3.
208. Säule mit Künstlerinschrift des Archermos.
209. Archaische Inschrift. C. I. A. IV, 1 S. 57, 1b. S. 58, 19.

Marmor etwas streifig, lagerhaft geschnitten; mit bituminösem Geruche.

210. Inschrift des Lykurg. C. I. A. II, 1, 163.
Marmor graustreifig.
211. Übergabsurkunde. C. I. A. II, 2, 758.
Hellgrauer Marmor, mit bituminösem Geruche.

d) Aus dem Oberen blaugrauen Hymettischen Marmor (oben No. III) bestehen:

212. Basis vom Grabmale des Prokleides, vom Dipylon in Athen (vergl. oben No. 109). Kavv. 150. Berliner Gipsabgüsse 1050.
Marmor mit bituminösem Geruche.
213. Basis vom Grabmal des Aristonautes (vergl. oben No. 110). Kavv. 151. Sybel 944.
Marmor mit bituminösem Geruche.
214. Grabstein des Eutychos und der Rhodó, aus „Delos“ (d. h. von Rheneia). Sybel 457.
Marmor mit starkem bituminösen Geruche.
215. Inschrift des Lykurg. C. I. A. II, 1, 162.
Marmor mit bituminösem Geruche.
216. Phrynichos-Inschrift. C. I. A. II, 1, 59.
Marmor mit bituminösem Geruche.

e) Aus Marmor der Tegeatis (antike Brüche bei Dolianá, oben No. VII) und der ? Thyreatis (Kynuria) in den Arkadischen und Argolischen Nordtheilen des Parnon-Gebirges im Peloponnes bestehen:

217. Fragmente der Giebelgruppen vom Tempel der Athena Alea in Tegea. Kavv. 67—69.
Marmor aus den antiken Brüchen bei Dolianá (oben No. VII); im frischen Bruch hellbläulichgrau, weifs verwitternd; gröfsere zerfetzte Krystalle in glasglänzender Grundmasse.
Die Säulen und übrigen Werksteine dieses Tempels von Tegea, wie sie noch an Ort und Stelle im Dorfe Pialí liegen, bestehen aus demselben Marmor aus den antiken Brüchen bei Dolianá (vergl. oben unter No. VII und unten, Baumaterialien).
218. Archaisches Heroenrelief, aus Tegea. Mittheilungen IV Taf. 7. Berliner Gipsabgüsse 54.
Marmor ähnlich dem von Dolianá, wie bei der vorigen No. 217.

219. Votiv-Relief aus Tegea. Mittheilungen XI S. 206, 1.
Marmor ähnlich dem von Dolianá, aber zu dunkelgrau für diesen; er mag wohl aus derselben Gegend stammen.

220. Sitzfigur der Ageso(?), von Frankovrysi (Khani an der Strafse von Tripolitza nach Megalopolis in Arkadien). Kavv. 6. Sybel 22.
Grauer Marmor, ähnlich dem von Dolianá; er mag wohl aus dortiger Gegend stammen.

221. Amazone (freie Wiederholung der Mattei'schen), als Karyatide, aus Thyrea in der Kynuria im südlichen Theil der Argolis. Sybel 442.
Marmor ähnlich dem von Dolianá; er mag wohl aus den Bergen bei Thyrea stammen; eisenrothe Verwitterungshaut.

222. Heroenrelief aus Thyrea in der Kynuria. Sybel 574. Berliner Gipsabgüsse 1812.
Marmor ähnlich dem von Dolianá; er mag wohl aus den Bergen bei Thyrea stammen; eisenrothe Verwitterungshaut.

f) Aus Marmor wahrscheinlich von den antiken Marmorbrüchen bei Vresthena im oberen Oinusthale, Parnon-Gebirge im östlichen Lakonien (oben No. VIII) besteht:

223. Archaische Inschrift aus Sparta. Röhl, Incriptiones antiquissimae 54.
Grauer, unreiner Marmor, ziemlich körnig, wie er in den antiken Brüchen bei Vresthena ansteht. Vergl. unten No. 360 die Inschrift-Stelen aus dem Museum in Sparta.

g) Aus Thessalischem Marmor, und zwar aus solchem Marmor, wie er in den Bergen der Peneios-Enge zwischen Larissa und Trikkala ansteht (oben No. IX), bestehen:

224. Heroenrelief (auf beiden Seiten skulptirt), aus Larissa. In der Litteratur noch nicht erwähnt.
Marmor von der Art oben No. IXa: lichtbläulichgrau, ziemlich grobkörnig, glasartig glänzend, wenig durchsichtig.

225. Votivrelief der Gorgoniska an Leto, Apollo und Artemis, aus Larissa, Thessalien. Bulletin XIII S. 392, 10.
Marmor von der Art oben No. IXa: ziemlich grobkörnig, glasartig glänzend, mit einem Stich ins Graue, wenig durchsichtig.

226. Grabdenkmal des Vekedamos, aus Larissa in Thessalien. Mittheilungen VIII Taf. 3.

Marmor wie bei der vorigen Nummer 225.

Bemerkung von Dr. Wolters: Unter dem Sinter, der die ganze Oberfläche des Denkmals bedeckt, finden sich links von dem unteren Saum des rechten Ärmels im Grunde deutliche Spuren dunkelrother Bemalung.

227. Grabstein der Polyxena, aus Larissa in Thessalien. Mittheilungen VIII Taf. 2.

Marmor wie bei No. 225.

228. Grabstele mit weiblicher Figur, aus Larissa in Thessalien. Mittheilungen XII S. 78.

Marmor wie bei No. 225.

229. Grabstele eines Jünglings aus Larissa oder Elatiae in Thessalien. Mittheilungen XII S. 75. Bulletin XII Taf. 6.

Marmor grobkörnig, milchweifs, undurchsichtig, wie oben No. IXb.

230. Fragment einer Grabstele aus Abdera in Thrakien. Kavv. 40. Mittheilungen VIII Taf. 6, 3.

Marmor ähnlich dem der vorigen No. 229.

h) Aus Böotien:

Wir haben oben unter No. 167—172 Skulpturen aus Böotien kennen gelernt, welche aus Pentelischem Marmor gefertigt waren, und wir werden weiter unten (No. 277—280) andere böotische Skulpturen anführen, die aus Parischem oder anderem Inselmarmor bestehen. Hier erwähne ich einige Denkmäler und Statuen, welche aus verschiedenartigen Materialien, wahrscheinlich einheimischen Ursprungs, hergestellt sind. Ich kenne Böotien nicht; nach den Angaben, welche Al. Bittner[1]) über die geologische Beschaffenheit der Böotischen Gebirge macht, wissen wir, dafs das krystalline Grundgebirge in Böotien nicht zu Tage tritt; es kommt daher in Böotien, wie im gröfseren Theile von Nordgriechenland, kein ech-

[1]) Alexander Bittner, Der geologische Bau von Attica, Böotien, Lokris und Parnassis. In den Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturwiss. Classe, 40. Band, S. 1—55. Wien 1880.

ter, guter Marmor vor, so dafs Pentelischer oder Inselmarmor im Apollo-Tempel am Ptoion-Gebirge, in Theben, Orchomenos, Thespiae etc., besonders für die besseren Skulpturen der späteren Zeit, verwendet wurden. Die Böotischen Gebirge bestehen vorherrschend aus Kalksteinen des Kreidesystems, aus denen die Materialien der folgenden Nummern (231—243) entnommen sein dürften. Es ist wichtig, dafs fünf Grabreliefs aus Thespiae (No. 233—237) aus dem gleichen kurzklüftigen, gelblichweifsen Kalkstein (jedenfalls ein Kalkstein aus dem Kreidesystem, vielleicht aus den Vorbergen des Helikon) gefertigt wurden; ebenso bemerkenswerth ist der charakteristische feinkörnige Oolith der vier archaischen Stücke No. 239—242 (aus dem Ptoion, No. 240 aber aus Tanagra, 30^{km} südöstlich vom Ptoion im östlichen Böotien gelegen), nach dem identischen Gestein offenbar aus demselben Steinbruche stammend. Es würde von Interesse sein, in der Umgebung von Orchomenos, Thespiae und dem Ptoion nach den anstehenden Gesteinen dieser Materialien zu suchen; ich finde in der Litteratur keine Angaben über antike Steinbrüche in der Nähe der genannten Orte.

231. Apollo von Orchomenos. Kavv. 9.

Das Material ist ein harter grauer und graustreifiger halbmarmorisirter Kalkstein, ähnlich dem Oberen grauen Hymettos-Marmor, aber unreiner und fleckiger, auch weniger marmorisirt, das heifst noch weniger krystallinisch, als dieser gewöhnlich ausgebildet ist.

232. Grabstele eines bärtigen Mannes, Werk des Alxenor von Naxos, gefunden in Orchomenos. Kavv. 39.

Dasselbe Material wie bei der vorigen No. 231.

233. Grabstein des Agathokles aus Thespiae. Δελτίον 1888 S. 145. Brückner, Ornament etc. S. 70, 2. Mittheilungen XV S. 38.

Hellgelblich weifser Kalkstein, wenig marmorisirt, d. h. mit einzelnen kleinen Kalkspath-Krystallen in dichter Kalksteinmasse; charakteristisch ist bei diesem Kalkstein der unregelmäfsige, kurzklüftige Bruch, dessen Sprünge und Spalten netzförmig die Oberfläche des Denkmals durchziehen; häufig sieht man in den Bruchspalten feine gelbrothe Eisenhäute ausgeschieden.

234. Grabstele eines Jünglings, aus Thespiae. Berliner Gipsabgüsse 1123.
Derselbe Kalkstein mit kurzklüftigem Bruche wie bei der vorigen No. 233.

235. Grabrelief der Diodora, aus Thespiae. Δελτίον 1888 S. 146, 2. Römische Mittheilungen I S. 126.
Derselbe Kalkstein wie No. 233.

236. Grabrelief aus Thespiae. Berliner Gipsabgüsse 1125.
Derselbe Kalkstein wie No. 233.

237. Reiterrelief aus Thespiae. Berliner Gipsabgüsse 48. Mittheilungen IV Taf. 14, 1.
Derselbe Kalksein wie No. 233.

238. Grabrelief mit vier Personen, oben Inschrift: Διευχ... Sybel 523.
Derselbe Kalkstein wie No. 233.
Als Fundort wird zweifelnd Athen angegeben; das Material ist dieser Angabe wenig günstig, vielmehr stimmt dasselbe mit demjenigen der Reliefs aus Thespiae in Böotien überein.

239. Archaischer männlicher Kopf aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 18.
Feinkörniger oolithischer Kalkstein; die sehr kleinen (0,2—0,5^{mm}) kugelförmigen Oolithkörnchen sind aus der dichten Kalkstein-Grundmasse zumeist herausgewittert, und sieht man daher an der Oberfläche die unzähligen kleinen runden Löcher, aus denen die Oolith-Körnchen vom Wasser ausgelaugt wurden; die graubraune Färbung dieses und des folgenden (No. 240) Stückes ist auch nur durch nachträgliche Verwitterung entstanden; ursprünglich wird das Material gelblichweifs, wie bei den No. 241 und No. 242, und ein dicht und gleichförmig erscheinender Kalkstein, in dem man kaum die kleinen Oolithkörnchen sah, gewesen sein.

240. Grabdenkmal des Dermys und Kitylos aus Tanagra. Mittheilungen III Taf. 14.
Derselbe graubraune feinkörnige oolithische Kalkstein, wie die vorige No. 239, so sehr dem Material der vorigen Nummer gleich in Structur und Art der Verwitterung, dafs beide Stücke aus demselben Steinbruche und demselben Kalksteinlager herstammen müssen.

241. Obertheil einer archaischen Figur aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 3.

Gelblichweifser oolithischer Kalkstein, feinkörnig, mit unzähligen kleinen runden Poren, aus denen die Oolithkörnchen ausgelaugt sind; dasselbe Material wie No. 239, aber noch ziemlich frisch und weniger stark verwittert.

242. Untertheil einer archaischen Figur mit Künstlerinschrift (....οτος ἐποιϝεσε) aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 2. Bulletin X Taf. 7, 1.

Ganz dasselbe Material wie dasjenige der vorigen No. 241, noch etwas frischer erhalten: gelblichweifser, oolithischer Kalkstein, feinkörnig.

243. Inschrift des Lysanias aus Tanagra. Roehl, Inscriptiones antiquissimae 135.

Weicher mergeliger Kalkstein.

i) Verschiedenes:

244. Basis des Chalkidischen Viergespannes. C. I. A. IV, 1, S. 78, 334[a].

Dunkelgrauer, dichter Kalkstein von Eleusis; das Material stimmt genau überein mit den Handstücken, wie ich sie in den antiken Brüchen am Nordende der Hügel von Eleusis vom Anstehenden abgeschlagen habe.

245. Archaischer unbärtiger Kopf, „aus Delphi". Berliner Gipsabgüsse 42. Heydemann 436.

Dichter weifser Kalkstein, möglicher Weise bei Delphi einheimimisches Material.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Angabe der Herkunft beruht auf dem Catalogue of casts in gypsum on sale by N. F. Martinelli. Athen 1881 S. 23, 116.

246. Inschrift des Kydris aus Melos. Roehl, Inscriptiones antiquissimae 421.

Röthlicher Sandstein, ziemlich feinkörnig.

247. Aetolische Freilassungsurkunde. Mittheilungen VIII S. 339.

Unreiner gelblicher Sandstein, wahrscheinlich aus tertiären Schichten.

248. Männlicher Torso. Sybel 1492.

Schwarzer, körniger Marmor; in Attika kommt solches Material nicht vor; einen gleichen Marmor kenne ich z. B. aus den Bergen östlich von Tripolitza in Arkadien.

249. Bärtiger Portraitkopf mit langem Haar, aus dem Dionysostheater (im Westen des Zuschauerraumes gefunden) in Athen. Sybel 2890. Inventar der Archäologischen Gesellschaft Λ 2488.
Weifser dichter Marmor; wohl ausländischer, nicht griechischer Marmor; gut polirt.

k) Aus „Inselmarmor“ bestehen, und zwar k^1) aus ganz grobkörnigem Inselmarmor, demselben wie oben No. 1—3 aus dem Akropolis-Museum:

250. Alterthümlicher männlicher Torso, und die dazu gehörigen Füfse auf ihrer Plinthe, aus Athen. Ἐφημερὶς 1887 Taf. 1.
Weifser Marmor, ganz grobkörnig (Kalkspath-Krystalle bis 8^{mm} grofs).
251. Kolossaler Apollotorso aus Megara. Kavv. 13. Sybel 2.
Ganz grobkörniger Inselmarmor.
252. Apollon aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 10. Bulletin X Taf. 4. Journal of Hellenic studies VIII. S. 188.
Ganz grobkörniger Inselmarmor.
253. Archaischer männlicher Kopf aus dem Ptoion in Böotien. Kavv. 19.
Ganz grobkörniger Inselmarmor.
254. Apollon von Thera (Insel Santorin). Kavv. 8. (Vergl. L. Ross, Inselreisen I S. 81).
Ganz grobkörniger Inselmarmor.

k^2) Aus grobkörnigem Marmor von der Insel Naxos, wie oben unter No. XIV beschrieben; vergl. auch unten No. 370 den unvollendeten Apollo-Koloss, der noch in einem antiken Marmorbruche am Nordende der Insel Naxos liegt.

255. Unvollendeter Apollo-Torso, aus Naxos. Kavv. 14. Sybel 3. (Vergl. L. Ross, Inselreisen I S. 41).

k^3) Aus Parischem oder gewöhnlichem, grobkörnigen Inselmarmor bestehen:

α) Fundort unbekannt.

256. Archaischer weiblicher Oberkörper. Sybel 19.
Parischer Marmor.

257. Archaischer weiblicher Kopf. Sybel 2093.
Inselmarmor.
258. Grabrelief, sitzende Gestalt mit Hund. Sybel 562.
Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.
259. Torso eines Harpokrates. Mittheilungen VI Taf. 13, 2.
Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.
260. Grabstein der Artemisia, Tochter des Artemon. Sybel 514.
Inselmarmor, ziemlich grobkörnig, milchweifs.

β) In Athen und in Attika gefunden:

261. „Guter Hirte“ aus Athen. Sybel 374.
Parischer Marmor.
262. Grofses flaches Becken mit Inschrift von der Akropolis. C. I. A. IV, 1 S. 43, 373[v].
Parischer Marmor; verbrannt, dadurch ist der Marmor oberflächlich loskörnig und bräunlich geworden.
263. Obertheil der archaischen Grabstele eines Kriegers, aus der Kirche Hag. Andreas hinter Levi bei Athen. Kavv. 33. Conze, Grabreliefs N. 4.
Guter Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.
264. Untertheil der archaischen Grabstele eines Kriegers, aus Athen. Kavv. 34. Sybel 6, 1. Conze, Grabreliefs N. 10.
Guter Inselmarmor, ziemlich grobkörnig. Der Marmor würde nicht gegen die Zusammengehörigkeit von dieser No. 265 mit der vorigen No. 264 sprechen; wohl aber der Fundort, welcher im Inventar der archäologischen Gesellschaft mit den folgenden Worten angegeben wird: „Ἐν τῇ οἰκίᾳ Γελαδάκη τῇ ἐν γωνίᾳ ὁδῶν Αἰόλου καὶ Κολοκοτρώνη“ (Dr. Wolters).
265. Zwei Bruchstücke einer archaischen Sitzfigur, vom Dipylon in Athen. Kavv. 7. 7α. Sybel 23. 24.
Parischer Marmor.

Bemerkung von Dr. Wolters: Das gröfsere Stück stammt aus den Fundamenten der polygonalen, d. h. der Themistokleischen Mauer am Dipylon, nach dem Inventar der archäologischen Gesellschaft Α 2180, und zwar nahe bei dem ὅρος κεραμεικοῦ (Ἀθήναιον II S. 137);

die archaischen Fragmente, bei denen in Übereinstimmung mit Thukidides I, 93 dieselbe Herkunft angenommen wurde (Berliner Gipsabgüsse 99. 100, Basis des Xenophantos), stammen vielmehr aus jüngeren Mauern am Dipylon. Vgl. Conze, Grabreliefs zu N. 5.

266. Weiblicher Kopf, vom Südabhange der Akropolis von Athen. Mittheilungen I Taf. 13.
     Guter Parischer Marmor.
267. Aphrodite-Torso (Replik der Aphrodite von Arles, Fröhner, Louvre 137), aus Athen. Berliner Gipsabgüsse 1456. Sybel 287.
     Parischer Marmor.
     Bemerkung von Dr. Wolters: zur Herkunft dieses Stückes siehe Literarisches Centralblatt 1881 S. 1660.
268. Kopf der Melpomene, aus Athen. Sybel 675. Berliner Gipsabgüsse 1444.
     Parischer Marmor.
269. Apollokopf, Typus des sog. Lykeios, aus Laurion. *Δελτίον* 1888 S. 52, 2.
     Guter Parischer Marmor.

γ) Auf der Insel Aegina gefunden:

270. Relief, Jüngling neben seinem Pferde, aus Aegina. Sybel 322.
     Parischer Marmor.
271. Archaische Sphinx, aus Aegina. Mittheilungen IV S. 69, 2.
     Guter Parischer Marmor.

δ) In Eleusis gefunden:

272. Archaischer weiblicher Torso, aus Eleusis. Kavv. 24. Εφημερὶς 1884 Taf. 8, 5; 1889 Taf. 3.
     Inselmarmor.
273. Archaischer weiblicher Torso, aus Eleusis. Kavv. 26. Ἐφημερὶς 1884 Taf. 8, 7.
     Inselmarmor.
274. Archaischer weiblicher Torso, aus Eleusis. Kavv. 25. Ἐφημερὶς 1884 Taf. 8, 6.
     Inselmarmor.

275. Archaischer Widderkopf, aus Eleusis. Δελτίον 1888 S. 177, 4.
Inselmarmor.

ε) In Böotien gefunden:

276. Apollon aus dem Ptoion in Böotien. Καββ. 12. Bulletin XI Taf. 8.
Inselmarmor; die Füfse bestehen aus dem gleichen Material. (Vergl. oben No. 252.)

277. Apollo-Torso aus dem Ptoion in Böotien. Καββ. 11. Bull. XI S. 184.
Grobkörniger Inselmarmor. (Vergl. oben No. 252.)

278. Apollon aus dem Ptoion in Böotien, mit Weihinschrift (Πυθίας und Ἀσχρίον) auf den Schenkeln. Καββ. 20. Bulletin XI Taf. 14.
Parischer Marmor.

279. Weiblicher Kopf aus dem Ptoion in Böotien. Καββ. 17. Bulletin XI Taf. 7.
Parischer Marmor.

ζ) In Epidauros gefunden:

280. Archaischer Jünglingskopf aus Epidauros. Δελτίον 1888 S. 153, 59.
Grobkörniger Inselmarmor.

281. Aphrodite aus Epidauros. Καββ. 121. Ἐφημερὶς 1886 Taf. 13.
Parischer Marmor.

η) aus Lerna in der Argolis:

282. Weiblicher Kopf aus Lerna. Καββ. 105. Mittheilungen VIII Taf. 10.
Grobkörniger Inselmarmor.

ϑ) In Sikyon bei Korinth gefunden:

283. Jünglingsfigur aus dem Theater in Sikyon. Mittheilungen XII S. 269. Δελτίον 1888 S. 5, 2. American Journal of archaeology V Taf. 8.
Parischer Marmor.

ι) Aus Pylos in Messenien:

284. Grabrelief des Charteles, aus Pylos. Mittheilungen XII S. 147, 7.
Grobkörniger Inselmarmor.

κ) Auf der Insel Andros gefunden:

285. Weibliche Gewandstatue (der Kopf war besonders eingesetzt), aus Andros. Le Bas-Reinach, Monuments figurés, Taf. 119. Sybel 265.
Parischer Marmor, etwas bläulich im Korn.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die beste Fundnotiz bei Fiedler, Reise durch alle Theile des Königreichs Griechenland II S. 222. Vergl. auch die Bemerkung oben bei No. 140.

286. Hermes von Andros, gefunden zusammen mit der vorigen Nummer. Kavv. 108.
Parischer Marmor.

λ) Auf der Insel Amorgos gefunden:

287. Bärtiger Kopf aus Amorgos. Bulletin XIII Taf. 11, 1. Δελτίον 1888 S. 52, 3.
Parischer Marmor.
288. Weiblicher Kopf aus Amorgos. Bulletin XIII Taf. 11, 2. Δελτίον 1888 S. 52, 3.
Parischer Marmor.
289. Weiblicher Kopf mit Epheukranz, aus Amorgos. Bulletin XIII Taf. 10. Δελτίον 1888 S. 53, 5.
Parischer Marmor.
290. Nike aus Delos. Kavv. 21.
Parischer Marmor.
Die zugerechnete Inschrift, Kavv. 21, α, besteht aus dem gleichen Parischen Marmor.

μ) Auf den Inseln Delos und Rheneia gefunden:

291. Archaischer bärtiger Kopf, aus Delos. Kavv. 49. Bulletin V Taf. 10.
Ziemlich grobkörniger Inselmarmor.
292. Unvollendete männliche Statue, aus Rheneia. Sybel 413.
Parischer Marmor.
293. Unvollendete weibliche Figur, aus Rheneia. Sybel 412.
Parischer Marmor.
294. Kriegerfigur aus Delos. Kavv. 128. Bulletin XIII Taf. 2.
Parischer Marmor.
295. Archaische weibliche Gewandfigur, aus Delos. Kavv. 22. Bulletin XIII Taf. 7.
Parischer Marmor.
296. Archaischer weiblicher Kopf, aus Delos. Kavv. 23. Bulletin III Taf. 8.

297. Weihgeschenk der Nikandre, von Delos. Kavv. 1. Bulletin III Taf. 1.
Grobkörniger Inselmarmor.

298. Grabstein des Atheners Nikogenes, aus Rheneia. Sybel 511.
Grobkörniger Inselmarmor, lichtgrau gefärbt.

299. Grabdenkmal des Phronimos und der Theodosia, aus Rheneia. Sybel 483.
Grobkörniger Inselmarmor.

300. Grabstein des Gorgias, aus Rheneia. Sybel 541. Kambanis 326 („Δήλου“).
Inselmarmor.

301. Grabstein des Sindes, aus Rheneia. Sybel 540.
Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.

302. Grabdenkmal des Zenon und der Erotis, aus Rheneia. Sybel 489. Kambanis 299 („Δήλου“).
Inselmarmor, ziemlich grobkörnig.

303. Grabdenkmal mit Relief (stehender Mann, sitzende Frau), aus Rheneia. Sybel 535.
Parischer Marmor.

304. Grabrelief des Atheners Philoxenos, aus Rheneia. Sybel 569. Kambanis 298 (Δήλου“).
Parischer Marmor.

305. Grabdenkmal des Miltiades, aus Rheneia. Expédition de la Morée III Taf. 17, 3. Sybel 565.
Parischer Marmor.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Herkunft „Delos“ giebt die Expédition de la Morée; damals befand sich die Stele auf der Insel Tenos. Das Inventar der Archäologischen Gesellschaft Λ 616 kennt die Herkunft nicht mehr.

306. Grabrelief des Sporios Granios, aus Rheneia. Sybel 563. Kambanis 249.
Parischer Marmor.

307. Grabdenkmal des Kointos Nonneios, aus Rheneia. Sybel 566.
Parischer Marmor.

308. Grabdenkmal des Lysimachos und der Lysimache, aus Rheneia. Sybel 567.
Parischer Marmor.

309. Grabdenkmal des Leukios Auphidios, aus Rheneia. Sybel 465.
Parischer Marmor.

310. Grabdenkmal des Aulos Egnatios Alexandros, aus Rheneia. Sybel 526.
Parischer Marmor.

311. Grabdenkmal des Demetrios Antiocheus, aus Rheneia. Sybel 555.
Inselmarmor, feinkörniger als der gewöhnliche; lichtbläulichgraue Färbung.

312. Grabstele des Nikephoros, aus Rheneia. Sybel 518.
Grobkörniger Inselmarmor; bläulichgraue Färbung.

Bemerkung von Dr. Wolters: Kambanis 167 giebt Syra als Herkunft an, die Expédition de la Morée dagegen „Delos“, d. h. Rheneia. Letztere Angabe verdient in diesem Falle Glauben, da die Expédition dies Relief auf Syra zeichnete, Kambanis also nur den Ort gekannt zu haben scheint, wo sich dies Stück zuletzt befunden hatte.

313. Grabrelief („Μααρων ... Ναξία“), aus Rheneia. Sybel 564.
Parischer Marmor.

314. Grabrelief der Ammia und Boethos, aus Rheneia. Sybel 546.
Ziemlich grobkörniger Inselmarmor, milchweifs.

315. Grabstein der Agathoklea Antipatrou, aus Rheneia. Sybel 507.
Parischer Marmor.

316. Grabdenkmal der Demetria, aus Rheneia. Sybel 478.
Ziemlich grobkörniger Inselmarmor, milchweifs.

317. Grabrelief der Philoumene, aus Rheneia. Sybel 568.
Parischer Marmor.

318. Grabdenkmal der Lampron Stymphalia, unbekannten Fundortes, jedoch wohl von den Inseln. Sybel 547. Berliner Gipsabgüsse 1802.
Parischer Marmor.

Bemerkung von Dr. Wolters: Diese Stele wurde in Syra mit Beschlag belegt, als sie hinausgeschmuggelt werden sollte (Kambanis 235); die Herkunft von Rheneia ist danach recht möglich.

319. Grabstein der Agelais, unbekannter Herkunft. Sybel 486.
Ziemlich grobkörniger Inselmarmor.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Angabe, dafs dieses Relief aus Rheneia stamme, beruht nur auf der Notiz in Expédition de la Morée III Inscriptions S. 31 Anmkg., deren Mitglieder diese Inschrift

aber bereits im Museum in Aegina kopirten; nach Kambanis 237 wurde das Relief 1830 in Syra festgehalten, als es herausgeschmuggelt werden sollte; die Herkunft Rheneia ist also wohl möglich.

320. Grabrelief, die Grabesthür darstellend, aus Rheneia. Sybel 515. Berliner Gipsabgüsse 1800.

Ziemlich grobkörniger Inselmarmor.

ν) Auf der Insel Melos gefunden:

321. Männliche Statue, Weihgeschenk des Theodoridas, aus Melos. Kavv. 112. Sybel 425. 923.

Parischer Marmor; die Basis besteht aus ziemlich grobkörnigem Inselmarmor.

322. Poseidon, von Melos. Kavv. 109. Bulletin XIII Taf. 3.

Parischer Marmor.

ξ) Auf der Insel Kythnos gefunden:

323. Relieffragment, bärtiger Kopf, aus Kythnos. Kavv. 44. Sybel 12. Berliner Gipsabgüsse 22.

Ziemlich grobkörniger Inselmarmor.

Bemerkung von Dr. Wolters: Die Herkunft ist durch das Inventar der Archäologischen Gesellschaft Λ 1593 verbürgt.

324. Grabdenkmal des Zenon Artemidorou Sidonios, aus Kythnos. Sybel 491.

Ziemlich grobkörniger Inselmarmor, milchweifs.

325. Grabdenkmal, Φιλτὼ Ἀρχιφάν[ους] καὶ Πυθίλλης χρηστὴ χαῖρε, aus Kythnos. Sybel 558. Inventar der Archäologischen Gesellschaft Λ 1596.

Parischer Marmor.

ο) Auf der Insel Kythera gefunden:

326. Tindariden-Relief des Menandros, aus Kythera. Sybel 3278. Mittheilungen V S. 231.

Inselmarmor.

π) Aus Lykien und Bithynien:

327. Sarkophag aus Lykien (oder Kilikien? Vgl. Benndorf, Reisen in Lykien I S. 39). Mittheilungen II Taf. 10—12.

Parischer Marmor.

328. Inschrift mit Relief, zu Ehren des Asklepiades Melidorou, aus Ni-

kaea in Bithynien. Conze, Lesbos Taf. 18. Lüders, Die Dionysischen Künstler Taf. 1. Sybel 571.

Parischer Marmor.

329. Ehreninschrift mit Relief, für Stratonike Menekratou, aus Nikaea in Bithynien. Conze, Lesbos Taf. 19. Lüders, Die Dionysischen Künstler Taf. 2. Sybel 570.

Parischer Marmor.

C. Skulpturen in Athen, welche nicht in den Museen aufgestellt sind.

330. Westlicher Relieffries am Theseus-Tempel.

Parischer Marmor.

331. Grabsäule des Ἁγίας Ἡρακλεώτης, im Theseus-Tempel. Vergl. Kumanudis, Ἐπιγραφαὶ ἐπιτύμβιοι, 1688.

Parischer Marmor.

332. Grofse Nike-Statue aus Megara, neben dem Theseus-Tempel. Sybel 3435. Mittheilungen VI Taf. 10. 11.

Unterer weifser Pentelischer Marmor, etwas streifig.

Von den Grabdenkmälern am Dipylon sind die meisten in das National-Museum verbracht worden (vergl. oben die No. 109, 112, 113, 115, 212); von denjenigen Denkmälern, die noch am Dipylon stehen, habe ich die folgenden auf ihre Marmorart untersucht:

a) Aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor bestehen:

333. Reiterrelief des Dexileos, mit niedergestürztem Krieger. Sybel 3312.

Marmor etwas streifig.

334. Grabstele des Lysias. Sybel 3313.

Marmor etwas streifig.

335. Grabrelief der Korallion, Frau des Agathon. Sybel 3317.

Die Basis besteht aus Piraeus-Kalkstein.

336. Grabrelief mit vier Figuren, eine fünfte im Schiff. Sybel 3328.

337. Grabstele der Euphrosyne, mit Relief. Sybel 3330.

Marmor etwas streifig.

338. Grabrelief der Hegeso. Sybel 3332.

339. Grabstele des Koroibos. Sybel 3333.

Marmor etwas streifig.

340. Grabrelief des Aristion mit Knaben. Sybel 3337.
341. Grabrelief der Protonoe, mit vier Figuren. Sybel 3338.
342. Altar der Hipparete.
343. Grabrelief der Demetria und Pamphile. Sybel 3343.

b) Aus dem oberen blaugrauen Hymettischen Marmor bestehen:

344. Grabstele des Nausistratos. Sybel 3314.
345. Grabsäule des Leukios.
346. Grabsäule des Archikles und Bion. C. I. A. II, 3 2491.
347. Grofser Hund. Sybel 3325.

D. Skulpturen im Museum zu Argos.

In einem Saale der Bürgermeisterei der Stadt Argos sind eine Anzahl von Skulpturen und Denkmälern aufgestellt, welche in dieser Stadt und deren Umgebung gefunden wurden; es waren mir nur die gröfseren Stücke zugänglich, nicht die kleineren Sachen, welche in verschlossenen Schränken lagen.

348. Statue des Pan. Mittheilungen IV S. 152, 495.
Unterer weifser Pentelischer Marmor.
349. Medusenrelief. Mittheilungen IV S. 156, *d*.
Unterer weifser Pentelischer Marmor.
350. Gewandstatue der Sophia, lebensgrofs. In der Litteratur nicht erwähnt.
Unterer weifser Pentelischer Marmor.
351. Grabstele der Chariko. Mittheilungen IV S. 154, 504.
Unterer weifser Pentelischer Marmor, mit Durchgängen von silberweifsen Glimmerblättchen.
352. Votivrelief des Aristodamos (drei Personen und zwei Kinder am Altar). In der Litteratur nicht erwähnt.
Marmor aus den antiken Brüchen bei Dolianá in der Tegeatis, lichtbläulichgrau mit zerfetzten Kalkspathkrystallen.
353. Einige grofse Grabsteine mit Inschriften, bestanden aus dem dichten, gelblichgrauen Kalkstein, der in den Bergen bei Argos ansteht (Oberer Kreidekalkstein).

E. Mykenae.

354. Das Löwenrelief über dem Hauptthore der Burg von Mykenae.

Diese 3^m hohe, unten $3{,}6^m$ breite und $0{,}61^m$ dicke Steinplatte besteht aus einem bräunlichgrauen dichten Kalkstein mit Flecken und Adern von weifsem Kalkspath; derartige Kalksteine sind in den Bergen bei Mykenae vorhanden, obwohl der Burgfelsen aus einem helleren gelblichgrauen Kalksteine sich zusammensetzt; beide Arten von Kalkstein gehören dem Kreidesystem an, das den gröfseren Theil der Gebirge des Peloponnes einnimmt.

Ich habe sonst nicht erwähnt, welche Angaben in der Litteratur gemacht wurden über die Marmor- und Gesteinsarten der antiken Skulpturen, die ich in diesem Verzeichnifs aufgeführt habe, aber hier will ich doch bemerken, dafs Schliemann in seinem Werke über Mykenae, deutsche Ausgabe S. 37 (Leipzig 1878), irrthümlich angiebt, das Löwenrelief bestehe „aus derselben schönen Breccie, aus welcher das Thor und die Ringmauer“ erbaut sind. Schuchhardt in Schliemann's Ausgrabungen S. 168 (Leipzig 1890) sagt zwar richtig, dafs „die Platte aus einem weifslichgrauen, harten Kalkstein“ bestehe, fügt aber fälschlich hinzu: „nach einer chemischen Untersuchung ist es Anhydrit“ — Anhydrit ist bekanntlich schwefelsaurer Kalk, der sich an der Luft sehr rasch umsetzt in wasserhaltigen schwefelsauren Kalk, Gips, und der bei dieser Umsetzung vollständig zerfallen würde; Kalkstein ist kohlensaurer Kalk.

F. Skulpturen im Museum zu Sparta.

In diesem Museum habe ich die folgenden Stücke untersucht, welche wie die übrigen Sachen dieses Museums aus Sparta oder aus der Umgegend der Stadt stammen.

355. Spartanische Stele, mit beiderseitigem Relief. Mittheilungen II S. 301, 6.

Grauer, körniger Marmor, wie er im Parnon-Gebirge, im östlichen Lakonien, in den antiken Brüchen im oberen Oinus-Thale ansteht (oben Marmor No. VIII).

356. Heroenrelief. Mittheilungen II Taf. 22.

Einheimischer Lakonischer Marmor, derselbe wie bei der vorigen No. 355.

357. Relief, nackte Frau mit zwei Knaben. Mittheilungen X Taf. 6.
Hellgrauer Marmor, etwas feinkörniger, als derjenige der beiden vorigen Nummern; wohl einheimischer Lakonischer Marmor.

358. Inschrift-Stele aus Amyklae bei Sparta. Mittheilungen III S. 164.
Hellgrauer, Lakonischer Marmor, wie bei No. 355.

359. Votivrelief des Pleistiadas. Mittheilungen VIII Taf. 18, 2.
Hellgrauer Marmor, von gelben Adern durchzogen; Lakonischer Marmor wie derjenige von No. 355.

360. Die Inschrift-Stelen bestehen sämmtlich aus dem grauen Lakonischen Marmor, wie er oben unter No. VIII aus den antiken Marmorbrüchen im oberen Oinusthale beschrieben wurde.

361. Sarkophag-Relief, mit Kindern. A. Z. 1880 Taf. 14.
Gelblicher Marmor, körnig, wie er ebenfalls bricht in den antiken Marmorbrüchen im oberen Oinusthal (oben No. VIII).

362. Amazonen-Relief. Mittheilungen II S. 409, 239.
Weifser Marmor mit bläulichgrauem Tone; einzelne gröfsere, zerfetzte Kalkspath-Krystalle in der körnigen Gesteinsmasse; gleicht am meisten dem Marmor von Doliană in der Tegeatis.

363. Büste eines bärtigen Dionysos. (In der Litteratur nicht erwähnt.)
Unterer weifser Pentelischer Marmor.

364. Büste des Marc Aurel. (In der Litteratur nicht erwähnt.)
Parischer Marmor, milchweifs.

G. Im Magasí zu Mavromati, einem Dorfe innerhalb der Stadtmauern des alten Messene am Berge Ithome in Messenien gelegen, werden einige Skulpturen aufbewahrt, die im Bereiche der antiken Stadt gefunden wurden; diese Stücke sind in der Litteratur noch nicht erwähnt worden; ich untersuchte dort die folgenden Skulpturen:

365. Grofse Steinplatte mit Stierköpfen und Blumengewinden.
Hellgelblichgrauer, dichter Kalkstein mit weifslichen Adern; es ist dies der Obere Kreidekalkstein, welcher den gröfsten Theil des Berges Ithome und der umliegenden Berge zusammensetzt; aus

demselben Kalkstein ist das Theater, die Mauern und Thürme der antiken Stadt Messene hergestellt.

366. Grofse Steinplatte mit Stier. Derselbe Kalkstein wie bei der vorigen No. 365.
367. Grabstele mit Relief einer weiblichen Figur. Derselbe gelblichgraue Kalkstein wie bei No. 365.
368. Einige Grabstelen mit Inschriften, bestehen aus dem gleichen Kalkstein, wie No. 365.
369. Männliche Gewandstatue, ohne Kopf, lebensgrofs.
Unterer weifser Pentelischer Marmor.

H. Im Museum zu Olympia konnte ich leider keine Untersuchungen anstellen, da der Ephoros, Herr Leonardos, nicht anwesend war, als ich mich in Olympia aufhielt; es war mir daher nur möglich, die Baumaterialien der antiken Bauten (siehe unten) und einige Basen von Weihgeschenken, wie sie noch auf dem Ausgrabungsfelde stehen, näher auf ihre Gesteinsart zu untersuchen. Dort in Olympia ist eine solche Menge von griechischen Marmoren und Gesteinen vereinigt, wie an keinem anderen Orte in Griechenland, und es würde hier vor allen antiken Fundstätten ein eingehendes Studium der aus allen Gegenden von Griechenland versammelten Gesteinsarten zu wichtigen Resultaten über die Herkunft der Skulpturen und Denkmäler führen können. Da ich in Olympia der Hülfe eines Archäologen ermangelte, vermochte ich nur die folgenden Stücke auf dem Ausgrabungsfelde zu identificiren:

370. Basis, aus fünf Quadern zusammengesetzt, mit Inschrift, von Praxiteles aus Mantinea geweiht. Löwy, Inschriften griechischer Bildhauer 30.
Hellbläulichgrauer Marmor mit zerfetzten Kalkspath-Krystallen, aus den antiken Brüchen bei Dolianá in der Tegeatis, Arkadien.
371. Grofse Basis nahe der Nordostecke des Zeustempels.
Derselbe hellbläulichgraue Marmor von Dolianá, wie bei der vorigen No. 370.
372. Basis der Quadriga östlich vor dem Zeustempel.
Derselbe hellbläulichgraue Marmor mit zerfetzten Kalkspath-

Krystallen in frisch glasartig glänzender Grundmasse, von Dolianá in Arkadien, wie bei No. 370.

373. Basis des Stieres der Eretrier, östlich vor dem Zeustempel.

Weifser grobkörniger Inselmarmor (bis 4^{mm} grofse Kalkspath-Krystalle), wohl von Paros oder Naxos.

374. Dreieckige Basis der Nike des Paionios.

Auf einem Fundament, das aus dem einheimischen gelben Muschelkalkstein besteht, liegt der unterste dreieckige Stein aus hellgelblichgrauem dichten Kalkstein (der obere Kreidekalkstein, wie er die Berge im oberen Alpheiosthale zusammensetzt). Alle übrigen dreieckigen Steine der Nikebasis sind aus einem grobkörnigen Inselmarmor (bis 5^{mm} grofse Kalkspath-Krystalle) gefertigt; in dem vorherrschend weifsen Marmor sieht man hellgraue Partien; dieser Marmor dürfte wohl von Paros oder Naxos stammen (vergl. oben No. XIII und XIV).

375. Ehrenbasis des Zenophilos; steht vor dem Stiere der Eretrier. A. Z. 1877 S. 41, 46.

Weifser, grobkörniger Inselmarmor mit Kalkspath-Krystallen, die nach einer Richtung langsträhnig gestreckt und ausgezogen erscheinen; die Kalkspäthe werden $10—15^{mm}$ lang und sind nur $3—5^{mm}$ breit. Die Herkunft dieses Marmors kenne ich nicht; jedenfalls stammt er nicht vom griechischen Continent, sondern von den Inseln; vergl. oben No. XVb.

376. Ehrenbasis des Tiberius Oppius Timandros; steht vor der Südostecke der Ostrampe des Zeustempels. A. Z. 1877 S. 41, 45.

Ganz grobkörniger Inselmarmor; die grofsen Kalkspath-Krystalle sind bis 14^{mm} lang, und dabei bis 10^{mm} breit; auch sind die Krystalle, wie bei demjenigen der vorigen No. 375, vorherrschend nach einer Richtung langgestreckt; solchen Marmor kenne ich weder vom griechischen Continent noch von den Inseln, die ich besucht habe (vergl. oben No. XVb).

377. Springbrunnenbecken, nahe der Südostecke des Heraion. Ausgrabungen zu Olympia III S. 26.

Weifser, grobkörniger Inselmarmor mit langsträhnigen Kalkspath-Krystallen, genau derselbe Marmor, wie bei No. 375.

378. Verschiedene Basen von Weihgeschenken vor der Ostrampe des Zeustempels bestehen aus dem Unteren weifsen Pentelischen Marmor, der in Olympia vielfache Verwendung gefunden hat (vergl. unten die Baumaterialien in Olympia).

379. Von den Basen vor der Echohalle besteht eine, die vor der nördlichen Hälfte der Halle sich befindet, ebenfalls aus Pentelischem Marmor; die grofse Basis vor der Mitte der Echohalle besitzt profilirte Stufen aus grobkörnigem Inselmarmor (von Paros oder Naxos); die kleineren Basen neben dieser grofsen Basis zeigen profilirte Stufen aus dem hellgelblichgrauen dichten Kalkstein, wie er im oberen Alpheiosthale verbreitet und vielfach in Olympia verwendet worden ist.

380. Basis des Damoxenidas aus Mänalos (in Arkadien), Werk des Nikodamos, mit Fufseingufs aus Blei; steht nahe dem Springbrunnenbecken oben No. 377. Löwy, Inschriften griechischer Bildhauer 98.

Schwarzer dichter Kalkstein, wohl aus dem Peloponnes (Arkadien oder Kap Taenaron). Dieser schwarze Kalkstein, der in Olympia mehrfach verwendet ist, darf nicht verwechselt werden mit dem dunkelbräunlichgrauen dichten Kalkstein von Eleusis; aus dem letzteren besteht:

381. Die Basis des Zeusbildes von Phidias; im Zeustempel liegen an der Stelle, wo das Zeusbild stand, viele Stücke vom „Eleusiniakos Lithos“, welche genau übereinstimmen mit dem dunklen Kalkstein, wie ich ihn in Eleusis und in den antiken Brüchen am Nordende der Hügelkette von Eleusis vom Anstehenden geschlagen habe: er ist etwas heller als der schwarze Peloponnesische Kalkstein (No. 380) und zeigt eine bräunliche Färbung der dunkelgrauen dichten, muschlich brechenden Gesteinsmasse.

382. Die Basis vom Hermes des Praxiteles, die noch im Heraion steht, ist aus einem hellgelblichgrauen Kalkstein gefertigt, der wohl in den tertiären Ablagerungen der weiteren Umgegend von Olympia anstehen dürfte.

383. Der Hermes des Praxiteles, der jetzt im Museum zu Olympia aufgestellt ist, besteht aus dem besten Paros-Marmor, aus dem Lychnites Lithos (oben No. XII); ich habe vom Bildhauer Grüttner ein

Stück aus dem Rücken der Statue erhalten[1]), das ganz genau in der Krystallstructur übereinstimmt mit den Handstücken, welche ich von den antiken Bruchstellen des Lychnites in der Tiefe der Nymphengrotte vom Anstehenden abgeschlagen habe; doch ist der Marmor des Hermes um eine Spur weniger frisch glänzend, als die Stücke vom Anstehenden aus der Nymphengrotte; während der langen Zeit, in welcher diese Statue im Erdboden eingebettet lag, ist durch den Einfluſs der eindringenden Regenwasser doch der Marmor ein wenig matter und milchweiſser geworden und er hat den ursprünglichen glasartigen Glanz seiner leuchtenden, krystallreichen Gesteinsmasse um ein geringes Maaſs eingebüſst.

I. Im Museum zu Larissa in Thessalien.

Wir haben oben unter den Nummern 224 bis 229 einige Skulpturen aus Larissa, die sich jetzt im National-Museum in Athen befinden, kennen gelernt; dieselben bestanden sämmtlich aus dem einheimischen thessalischen Marmor, wie ich ihn aus den Bergen in der Peneios-Enge oberhalb Alifaka vom Anstehenden geschlagen habe. Die folgenden Nummern bestehen zumeist aus denselben thessalischen Marmoren (oben No. IXa und b); nur eine Grabstele fand ich in Larissa, die aus dem Unteren weiſsen Pentelischen Marmor gefertigt ist.

384. Einige dreiſsig Grabstelen und Inschriftsteine, gefunden in Larissa oder in der Umgebung dieser Stadt, bestehen aus den weiſsen und grauen, auch graustreifigen, körnigen bis grobkörnigen Marmoren, wie sie in den Bergen zu beiden Seiten des Peneios zwischen Larissa und Trikkala anstehen.
385. Zwei Grabstelen und eine viereckige Basis bestehen aus der grünen Serpentin-Breccie (dem sog. Marmor von Atrax oben No. X), aus den antiken Steinbrüchen bei dem Dorfe Kassamboli, zwei Stunden nordöstlich von Larissa gelegen.

---

[1]) Die Statue wurde durch Eisenstangen mit der Wand verbunden, um sie vor dem Umfallen bei den in dortiger Gegend zuweilen eintretenden Erdbeben zu bewahren.

386. Grofses Grabrelief ohne Inschrift (stehender Mann in drei Viertel Lebensgröfse, Kopf abgeschlagen, rechts einen langen Spiefs haltend, links vor dem Bein ein Kind). In der Litteratur nicht erwähnt.
 Unterer weifser Pentelischer Marmor, mit den charakteristischen Durchgängen von silberweifsen Glimmerblättchen.
387. Die Stufen des antiken Theaters am Burghügel von Larissa bestehen aus dem weifsen, lichtbläulichgrauen, körnigen Marmor, wie er oberhalb des Palaeokastro von Alifaka in den Bergen der Peneios-Enge sich verbreitet (oben No. IXa).

K. Auf der Insel Naxos liegt noch an Ort und Stelle in einem antiken Marmorbruche, nahe der Nordspitze der Insel:

388. Apollo-Koloss, unvollendet, archaisch. L. Ross, Inselreisen I S. 39.
 Grobkörniger, hellgrauer Marmor, wie er oben unter No. XIVa beschrieben wurde. Vgl. oben No. 255 den unvollendeten Apollo-Torso aus Naxos, jetzt im National-Museum zu Athen aufgestellt, welcher aus demselben Marmor besteht.

—

Übersicht der Skulpturen des Verzeichnisses, geordnet nach Fundort und Marmorart.

1. In Athen wurde am meisten verwendet:

a) Der untere weifse Pentelische Marmor (No. I); von den auf der Akropolis gefundenen Skulpturen bestehen in unserer Liste 42 Stücke (No. 53—94) aus diesem einheimischen Marmor; von den in Athen und in der nächsten Umgebung der Stadt gefundenen Skulpturen, welche im National-Museum aufgestellt sind, haben wir 50 Nummern (No. 101—149) aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor angeführt,

und dabei unter No. 115 eine ganze Anzahl von attischen Grabreliefs aus dem IV. und V. Jahrhundert v. Chr. vereinigt, die sämmtlich aus diesem Marmor gefertigt sind; zu den letzteren gehören auch die noch am Dipylon zurückgelassenen Grabsteine No. 333—343.

b) Viele der archaischen Skulpturen aus dem Perserschutt auf der Akropolis, und viele der späteren Bildwerke von der Akropolis und aus der Stadt Athen sind aus Inselmarmor gebildet, und zwar sowohl aus dem ganz grobkörnigen Inselmarmor (XVa) — nämlich die No. 1—3 und No. 250, als aus dem wenig von diesem abweichenden grobkörnigen Inselmarmor, der wohl meist von Naxos (XIVb) stammen wird, und aus Parischem Marmor (XII und XIII), nämlich die No. 4—52 von der Akropolis, No. 264—269 und No. 330—331 aus Athen und Umgegend; es sind dies im Ganzen 60 Stücke von Athener Funden aus Inselmarmor — gegenüber weit mehr als 100 Skulpturen aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor.

c) Aus dem unteren weifsen Hymettischen Marmor (No. 95—97 und 206—211), aus dem oberen grauen Pentelischen Marmor (No. 198 bis 205) und aus dem oberen grauen Hymettischen Marmor (No. 212 bis 216 und 344—347) wurden verhältnifsmäfsig wenig Denkmäler in Athen und Umgegend hergestellt — es sind im Ganzen nur 26 Stücke unserer Liste. Der blaugraue Hymettische Marmor wurde für Bauzwecke mehr verwendet, als zu Skulpturen, obwohl wie es scheint weit mehr zur römischen Kaiserzeit, als in altgriechischer Zeit (vergl. unten den letzten Abschnitt über Baumaterialien).

d) Der mergelige Kalkstein von der Halbinsel Akte am Piraeus (Aktites Lithos) wurde viel bei den Bauten in Athen gebraucht; von Skulpturen aus diesem Gestein hatten wir nur die drei grofsen Reliefgruppen auf der Akropolis und zwei andere Stücke No. 98—100 zu erwähnen.

2. Von den andern Orten in Attika — von Spata, Lamptrae, Sunion, Piraeus, Eleusis und von den Inseln Salamis und Aegina haben wir 17 Stücke (No. 150—166) aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor, und 7 Stücke (No. 270—276) aus Parischem oder aus Inselmarmor angeführt. Der dunkelgraue Eleusinische Kalkstein, dessen an-

tike Brüche am Nordende der Felshügel von Eleusis zu sehen sind, scheint im griechischen Alterthum nur für Basen von Skulpturen (No. 244, 381), nicht für die Denkmäler selbst verwendet worden zu sein; dagegen wurde er bei den Bauwerken (Akropolis von Athen, Tempel von Eleusis) mehrfach benutzt.

3. In Böotien giebt es keinen einheimischen guten Marmor; daher finden wir den unteren weifsen Pentelischen Marmor bei den Skulpturen aus Tanagra, Oropos, Thespiae und aus dem Ptoion (No. 167 bis 172) in Gebrauch; ebenso hatten wir den ganz grobkörnigen Inselmarmor (No. 250—253), wie wir ihn aus Athen (No. 1—3 und 250) kennen, und den etwas weniger grobkörnigen, wahrscheinlich Naxischen Inselmarmor (No. 277, 278), sowie den Parischen Marmor (No. 279, 280) aus dem Apollotempel am Ptoion-Gebirge zu erwähnen. Von einheimischem, böotischen Material wurde in Thespiae (No. 233—238) ein hellgelblichweisser Kreidekalkstein, im Ptoion (No. 239—241) und in Tanagra (No. 242) ein feinkörniger, oolithischer Kalkstein, wohl ebenfalls aus dem Kreide-System, am letzteren Orte auch ein ziemlich weicher mergeliger Kalkstein (No. 243) für Herstellung von Skulpturen angewendet.

4. Die Insel Euboea scheint im Alterthum von einheimischem Marmor nur den Cipollin von Karystos und Umgegend für Bauzwecke geliefert zu haben (oben No. XI); aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor war die Porträtfigur von Eretria (No. 173) gefertigt.

5. In Thessalien wurde zu den Grabdenkmälern und Inschriftsteinen zumeist der körnige, einheimische, weifse bis hellgraue Marmor aus der Peneios-Enge (oben No. IX) in Larissa (No. 224—229 und 384) verwendet; auch die Serpentinbreccie aus den antiken Brüchen bei Kassamboli, den in byzantinischer Zeit für Säulen und Bauten in Konstantinopel vielfach verarbeiteten „Thessalischen Stein“ (den sog. Marmor vom Atrax, oben No. X) fanden wir wieder in einigen Grabstelen zu Larissa (No. 385); endlich konnten wir aus Larissa ein Grabrelief (No. 386) anführen, das aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor bestand. Die Stufen des antiken Theaters am Burghügel von Larissa (No. 387) waren aus dem einheimischen Marmor aus der Peneios-Enge beim Palaeokastro von Alifaka gefertigt.

6. Da der Peloponnes keinen schönen Statuenmarmor und überhaupt wenig Marmor enthält, wurde bei den Skulpturen meistens der untere weiſse Pentelische Marmor verwendet, resp. wurden die Skulpturen fertig von Athen aus importirt; wir fanden solche Stücke aus Pentelischem Marmor in: Korinth und Aegion (No. 175, 176), in Epidauros (No. 177—184), in Argos (No. 348—351), in Thyrea (No. 185, 186), in Mantinea (No. 187, 188), in Messene (No. 189 und 369) und in Olympia (No. 378). Daneben wurden in dem Peloponnes der Parische und verschiedene andere Inselmarmore eingeführt: wir erwähnten solche Stücke von Sikyon, Epidauros, Lerna, Pylos (No. 281—285) und von Olympia (No. 373—377, 383).

Unter den im Peloponnes einheimischen Marmoren ist noch der beste derjenige aus den antiken Brüchen bei Dolianá in der Tegeatis im südöstlichen Arkadien (oben No. VII), der das Material zu den Tempelbauten in Tegea lieferte; diesen Marmor von Dolianá lernten wir auch bei einigen Skulpturen und Basen aus Argos (No. 352), Tegea (No. 217 bis 219), Thyrea (No. 221, 222), Frankovrysi (No. 220) und aus Olympia (No. 370—372) kennen. Für Bauglieder war dieser Marmor geeigneter als für Skulpturen, daher finden wir ihn nicht nur in Tegea, sondern auch an den Tempeln von Bassae und Olympia in Verwendung.

In Sparta wurden in älterer Zeit Skulpturen (No. 355—361) und Inschriften (No. 223) aus dem grauen, unansehnlichen Marmor der antiken Brüche im oberen Oinusthale im Parnongebirge hergestellt; vermuthlich wurde dieser Marmor viel als Baumaterial in Sparta gebraucht. Ein Relief im Museum zu Sparta (No. 362) besteht aus einem hellgrauen Marmor, der dem von Dolianá in der Tegeatis am meisten gleicht. Aus späterer Zeit finden wir auch in Sparta den Pentelischen Marmor (No. 363) und Parischen Marmor (No. 364) bei Skulpturen in Verwendung.

Der gelblichgraue dichte Kreidekalkstein, wie er einen groſsen Theil der Berge von der Argolis, von Arkadien, Messenien und Elis zusammensetzt, wird noch jetzt im Peloponnes bei Hausbauten vielfach benutzt, da er sich leicht und schön behauen läſst; wir hatten denselben zu erwähnen bei Grabdenkmälern, Inschriftsteinen und Basen für Weihgeschenke in Argos (No. 353), Messene (No. 365—367) und in Olympia

(No. 379); auch das berühmte Löwenrelief über dem Burgthore von Mykene (No. 354) besteht aus einheimischem grauen Kreidekalkstein.

7. Auf den Inseln der Cykladen wurden natürlich vorwiegend die Parischen, Naxischen und andere grobkörnige Inselmarmore verwendet; die zahlreichen Grabdenkmäler von der Insel Rheneia, der Nekropolis von Delos, bestehen zumeist aus diesen Marmoren (No. 290—320), nur wenige aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor (No. 190 bis 196), eines (No. 214) aus dem oberen grauen Hymettischen, und ein zweites (No. 203) aus dem oberen grauen Pentelischen Marmor. Auch von der Insel Kythnos hatten wir ein Grabdenkmal (No. 197) aus weissem Pentelischen Marmor zu erwähnen, während andere Grabreliefs von Kythnos (No. 323—325) aus Parischem und grobkörnigem Inselmarmor bestanden. Die übrigen Inseln, die wir anzuführen hatten, die Inseln Andros, Amorgos, Melos und Kythera (No. 285—289 und No. 321—326) hatten meist Parischen, einige auch den gewöhnlichen Inselmarmor verwendet. Die antiken Marmorbrüche auf der Insel Naxos scheinen besonders in älterer Zeit viel Marmor für Skulpturen geliefert zu haben, obwohl wir mit Sicherheit nur zwei unvollendete Apollo-Statuen (No. 255 und No. 385) dem Naxischen Marmor zuschreiben konnten (vergl. im Nachtrag die Seiten 132. 133).

Einige Beobachtungen über Baumaterialien an antiken Bauwerken in Athen, Eleusis, Tiryns, Mykenae, Tegea, Messene und Olympia.

Vorbemerkung. Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen über Gesteinsarten, welche bei antiken Bauwerken verwendet wurden, habe ich nur beiläufig angestellt, es fehlte mir die Zeit, dieselben systematisch durchzuführen, auch fehlte mir in der Regel die nothwendige Beihülfe eines Archäologen oder Architekten, um die in den Ruinen herumliegenden Trümmer der architektonischen Bauglieder näher bezeichnen zu können; nur in Athen hat mich Herr Dr. Dörpfeld, erster Sekretar des Deutschen archäologischen Institutes zu Athen, wiederholt begleitet, und bin ich demselben zu grofsem Dank verpflichtet für die Angaben, welche er mir über Bauglieder antiker Bauten in Athen gemacht hat. Von den Gesteinsmaterialien der antiken Bauwerke habe ich, gerade wie bei den Skulpturen, Proben mitgenommen, näher untersucht und verglichen mit den Handstücken, die ich vom Anstehenden abgeschlagen hatte.

Athen.

1. Die obere Felsplatte der Akropolis von Athen, welche sich in die nach Westen zu vorliegenden Areopag-, Nymphen- und Museion-Hügel fortsetzt, besteht aus dem gleichen Kalksteine des Kreidesystemes, der die beiden Gipfel des Lykabettos und die höheren Theile der nördlich fortziehenden Turkovuni bildet: es ist ein blaugrauer dichter Kalkstein, vielfach von gelblichen bis rothbraunen eisenfarbigen Kalkspath-Adern durchzogen. Die Fundamente der Bauten in der modernen Stadt Athen werden sämmtlich aus diesen Kalksteinen aufgemauert: Die Steinbrüche befinden sich auf dem Lykabettos (wo neuerdings die Brucharbeiten verboten sein sollen, um diesen schöngeformten Berg nicht ganz zerstören zu lassen) und besonders an den Westabhängen der Turkovuni bei Patissia im Norden von der Stadt Athen. Auch im Alterthum wurde dieser blaugraue Kalkstein vielfach als Baumaterial verwendet; auf der Akropolis allerdings mehr in der älteren Zeit vor den Perserkriegen: Dr. Dörpfeld zeigte mir die sog. Pelasgischen Mauern, die ältesten Be-

festigungsmauern der Akropolis, von denen sich Reste zwischen dem Asklepieion und dem Herodes-Theater, ferner im Nike-Pyrgos, und besonders stattlich neben dem jetzt abgetragenen Frankenthurme finden; diese Mauern waren zusammengefügt aus unregelmäfsigen, fast unbehauenen Blöcken des genannten blaugrauen Kalksteins; die Mauer am Asklepieion enthielt auch Stücke von den grünen Schiefern und grauwackenartigen Sandsteinen, welche unter dem blaugrauen Kalkstein lagern und die unteren Abhänge der Akropolis bilden, während die 6^{m} breite Umfassungsmauer auf der Höhe neben dem Frankenthurm nur aus dem blaugrauen Kalksteine in grofsen (1—1,5^{m} langen) unregelmäfsigen Blöcken erbaut ist; die Fugen zwischen den gröfseren Blöcken waren mit Lehm und kleinen Steinen ohne Mörtel ausgefüllt. Auch die polygonalen Mauern unmittelbar über dem Dionysos-Theater und innerhalb des Beulé'schen Thores in der Axe der Propylaeen sind aus diesem blaugrauen Kalkstein gebaut.

Die Fundamente des Innenbaues von dem alten Athena-Tempel, der in den letzten Jahren neben dem Erechtheion und zwar auf der Südseite desselben gegen den Parthenon zu ausgegraben worden ist, bestehen aus polygonalen, nur auf den horizontal gelegten Flächen bearbeiteten Blöcken des blaugrauen Kalksteines; zwischen denselben liegen aber auch kleinere Stücke des gelblichen Piraeus-Kalksteins, aus dessen Quadern der Oberbau dieses inneren Tempeltheiles gebaut war.

Die Blöcke des blaugrauen Kalksteins der älteren Bauwerke auf der Akropolis brauchen durchaus nicht von dem anstehenden Fels der Akropolis selbst entnommen zu sein; vielleicht in der allerältesten Zeit und für die Mauern, in denen wir kleinere Stücke und neben dem Kalkstein auch den am Ort anstehenden grünen Schiefer vorfinden, mag man die unter den Felsgehängen der Akropolis herabgebröckelten Steine genommen haben; aber gewifs wird man schon damals sich gehütet haben, durch einen Steinbruchsbetrieb diesen zur Vertheidigung von der Natur so trefflich geformten Felshügel anzubrechen, da man ganz dasselbe Baumaterial in den umliegenden Hügeln, vom Museion, vom Nymphen-Hügel entnehmen konnte. Das Barathron, die Felsschlucht im nordwestlichen Theil des Nymphen-Hügels, nahe der Sternwarte, ist nicht ein natürlicher, sondern ein künstlicher Einschnitt, und dürfen wir wohl in dem Barathron den ältesten Steinbruch der Athener erkennen.

2. Ein zweites leicht erkennbares Kalkgestein aus der Umgegend von Athen, das ein treffliches und sehr festes Baumaterial lieferte, wurde im Alterthum gebrochen in den Steinbrüchen nördlich von dem Hofe Kará, ca. $3,5^{km}$ südöstlich von der Akropolis an den unteren Abhängen des Hymettos gelegen: es ist ein lichter, etwas poröser Kalkstein von tertiärem Alter, stellenweise durch etwas Eisenausscheidung roth oder hellröthlich gefärbt; durchzogen von Röhren und unregelmäſsigen Hohlräumen, oft ein echter Sinterkalk, ähnlich dem römischen Travertin, ist er doch ungemein „hart“ und fest durch ein allerdings nur in geringem Grade ausgebildetes krystallines Gefüge seiner feinkörnigen bis dichten Gesteinsmasse. Dieser Kalkstein wurde von den Alten zersägt, in Quadern geschnitten, und auch recht gut polirt. Man benutzte ihn jedoch, wie es scheint, nur eine Zeit lang in Athen: ich sah diesen Kará-Stein im Fundament und in den Stufen der äuſseren Säulenhalle des oben erwähnten alten Athena-Tempels neben dem Erechtheion; auch sagte mir Dr. Dörpfeld, daſs die Oberstufe des Kimonischen Parthenon aus dem Kará-Stein gebaut war, und zeigte mir eine dieser Kará-Quadern des Kimonischen Baues, überbaut von den später gelegten Stufen aus Pentelischem Marmar, an der Südwestecke des Perikleischen Parthenon.

Auch am Dipylon fand ich den Kará-Kalkstein als Baumaterial verwendet: der Unterbau (Sockel) der von Themistokles erbauten Mauern bestehen aus polygonalen, sauber an den Fugen behauenen Blöcken von dem blaugrauen Lykabettos-Kalkstein; beim ersten Umbau dieser Mauern des Themistokles am Dipylon wurden schön bearbeitete Quadern von Kará-Stein benutzt: so sehen wir diese Kará-Quadern zusammen mit ebenso gut behauenen und scharf gefugten Quadern aus Piraeus-Kalkstein im südlichen Thurme des Dipylon in gröſserer Anzahl vermauert.

Bei den Bauten aus späterer Zeit auf der Akropolis oder in der Stadt Athen scheint dieser feste Kalkstein von Kará nicht mehr benutzt worden zu sein: die antiken Brüche bei Kará haben auch keine bedeutende Ausdehnung, obwohl man die gelb verwitterten, ziemlich umfänglichen Halden derselben mit bloſsem Auge von der Höhe der Akropolis aus leicht erkennen kann. Neuerdings wird wieder angefangen, diesen harten Kalkstein von Kará auszubeuten.

3. Der Kalkstein aus den antiken Brüchen auf der Halbinsel Akte (daher „Ακτίτης λίθος“ von den Alten genannt) am Piraeus-Hafen hat im Alterthum als ein leicht zu bearbeitendes und zum grofsen Theil recht dauerhaftes Baumaterial eine ausgedehnte Benutzung gefunden. Man erkennt diesen Kalkstein des Piraeus an seiner gelblichgrauen bis gelben Färbung, zu der er rasch verwittert, während er frisch aus den Brüchen ziemlich weifs oder hellgrau aussieht. Das Gestein ist oft ganz erfüllt mit kleinen und gröfseren fossilen Muschel- und Schneckenresten, und ist dann das Gestein in der Regel ein ziemlich fester und reiner, etwas poröser Kalkstein. Viele Schichten enthalten aber keine Fossilien, besonders diejenigen, die etwas weicher und unreiner durch Beimengung von thonigen oder sandigen Gesteinsmaterialien sind, und die dadurch in einen mergeligen Kalkstein übergehen; aus solchem graugelben mergeligen Kalksteine vom Piraeus sind z. B. die oben angeführten Giebelgruppen auf der Akropolis (Verzeichnifs No. 98) gefertigt.

Der Kalkstein von der Halbinsel Akte ist ungleichmäfsig sowohl in seinen Farbtönen, wie in der Zusammensetzung des Materials, und daher nicht schön anzusehen: deswegen wurde dieser Stein zwar sehr viel im Fundament und in den Mauern der antiken Bauwerke in Athen verwendet in unbehauenen Stücken, vorwiegend aber in regelrecht behauenen oder gesägten Quadern; wo es aber auf ein äufserlich schönes Aussehen der Mauern ankam, wurden die Piraeus-Quadern mit Marmorplatten überkleidet: die Halle des Eumenes am Südfufs der Akropolis (Athen. Mitth. XIII S. 100) zwischen dem Dionysos-Theater und dem Odeion besteht in ihren Fundamenten aus Quadern von tertiären Conglomeraten, darüber sind die Mauern, Pfeiler und Bogen aus Quadern von Piraeus-Kalkstein erbaut, deren Flächen und Wände, wenigstens in den unteren Theilen des Bauwerkes, mit Platten des blaugrauen Hymettischen Marmors verkleidet waren; auch die Stufen bestanden aus blauem Hymettischen, die übrige Architektur aus weifsem Pentelischen Marmor. In derselben Art und Weise und aus denselben Materialien war die Stoa des Attalos, in der Altstadt von Athen gelegen, gebaut.

Das Odeion des Herodes Attikus ist gröfstentheils aus behauenen Quadern des Piraeus-Kalksteins gebildet; das Innere der dicken Mauern ist mit Bruchstein-Mauerwerk, Opus incertum, auch rothe Ziegelbruch-

stücke enthaltend, ausgefüllt; die Aufsenflächen der Mauern und Pfeiler waren mit dünnen Platten von blaugrauem Hymettischen und von weissem Pentelischen Marmor bekleidet.

Am Dionysos-Theater sind die Mauern, alle Stufen und Sitzreihen aus Piraeus-Quadern aufgeführt, und zwar sieht man dort sowohl den festen, porösen, muschelreichen, als den dichteren, gelblichen, weicheren Kalkstein der Halbinsel Akte. Nur die Fundamentmauern enthalten Quadern aus dem tertiären Conglomerat. Die Reihe der Sessel besteht aus weifsem Pentelischen Marmor.

Für die östliche Säulenhalle im Asklepieion stellte man die Fundamente aus dem tertiären Conglomerate her, legte darüber eine Schicht von blaugrauem Hymettischen Marmor und stellte darauf Säulen aus weissem Pentelischen Marmor. Die Mauer aber, die hinten am Burgfelsen lehnt, ist aus harten Piraeus-Quadern erbaut, und dabei ebenfalls einer Schicht blaugrauen Hymettischen Marmors aufgesetzt. Der westlichen Säulenhalle im Asklepieion jedoch fehlen die Conglomerat-Quadern, hier ist das Fundament sogleich aus Piraeus-Quadern gelegt worden, über denen dann wieder die Schicht des Hymettischen Marmors folgt.

Die Fundamente des Theseion bestehen aus roh behauenen Blöcken des Piraeus-Kalksteins, während fast alle übrigen Architekturglieder dieses Tempels aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor gefertigt sind. Der westliche Relieffries aber, an den ich zufällig auf einer hohen Leiter gelangen konnte, ist aus Parischem Marmor gefertigt. Auch der Ostfries und die Metopen-Reliefs sollen aus Parischem Marmor bestehen (vergl. oben im Verzeichnifs No. 330).

Auf der Akropolis war, wie erwähnt, der Oberbau des alten Athena-Tempels neben dem Erechtheion aus Piraeus-Kalkstein erbaut; ich sah dort aus demselben Gestein auch zwei Säulenbasen liegen, von denen Dr. Dörpfeld meinte, dafs sie nicht zu dem Tempel selbst gehört haben (vergl. Athen. Mitth. XII S. 61). Bei den jüngeren Bauten aus der Zeit des Perikles, am Parthenon, Erechtheion, Propylaeen, wurde der Piraeus-Stein nur in den Unterbauten gebraucht und die nach aufsen sichtbaren Flächen desselben mit Pentelischem Marmor-Platten überkleidet. Wenn man die Treppe zu den Propylaeen aufsteigt, so sieht man, dafs die Unterbauten und Terrassenmauern der Propylaeen aus gut behauenen Quadern des festen, muschelreichen Piraeus-Kalkstein gefügt sind.

4. In der weiten, steinigen Ebene zwischen der Stadt Athen, dem Lykabettos, den Turkovuni und dem Hymettos lagern grobe Conglomerate in dicken Bänken wechselnd mit rothbraunen Letten und Sandsteinen; diese jungtertiären Conglomerate enthalten in einem sandig-kalkigen Cement unzählige kleinere und gröſsere (bis 10^{cm} lange) rund abgerollte Stücke aller derjenigen Gesteine, die in den umliegenden Bergen vorkommen, meist Stücke von Marmoren und Kalksteinen. Solche Conglomerat-Gesteine, wie sie in der Schweiz „Nagelfluhe" genannt werden, sind frisch gebrochen, durch die Bodenfeuchtigkeit noch weich genug, um sich bearbeiten und zu Quadern behauen, sogar sich sägen zu lassen; an der Luft und in den Mauern erlangen sie eine ziemlich groſse Festigkeit.

Wir haben bei den Bauten in Athen schon mehrfach diese Conglomerate als Baumaterial erwähnt; sie wurden besonders im Innern der Mauern verwendet und mit Piraeus-Quadern verkleidet, z. B. in den jüngeren Mauern am Dipylon aus dem IV. Jahrhundert.

Hier will ich ein kleines quadratisches Gebäude im Westtheile des Asklepieion südlich von der alten Cisterne anführen, dessen Fundamente aus ziemlich groſsen Quadern (65 zu 130^{cm}) von solchen tertiären Conglomeraten gefügt sind, und zugleich Quadern enthalten aus den dunkelbraunen Sandsteinen, wie sie mit jenen Conglomeraten zusammen in der Ebene bei Athen vorkommen; über diesem Fundamente liegen Quadern von Kará- und Piraeus-Kalksteinen.

5. Der dunkelgraue, etwas bräunliche, dichte Kalkstein von Eleusis wurde ebenfalls bei den Bauwerken in Athen verwendet. Ich habe bereits oben erwähnt, daſs die antiken Brüche am Nordende der Felshügel von Eleusis noch zu sehen sind: ein groſser Bruch ganz am Nordfuſs der Hügel, da wo die Straſse nach Megara nach Westen umbiegt, und über demselben in den steilen Abhängen des Berges eine Reihe von kleineren Steinkammern. Aus diesem Eleusinischen Kalkstein ist die oberste Stufe der Treppe in den Propylaeen an den fünf groſsen Thoren hergestellt, und zwar läuft diese schwarze Schicht, aus groſsen Quadern zusammengesetzt, im gleichen Niveau mit den Stufen auch nach beiden Seiten in die Wände des weiſsen Pentelischen Marmors. Etwas fester und haltbarer als der Pentelische Marmor dürfte der Eleusinische Kalkstein

wohl für Treppenstufen sein; aber dieses schwarze Band wird durch die weifsen Flächen wohl mehr noch aus ästhetischen Gründen gelegt worden sein.

Am Relieffries des Erechtheion waren Figuren aus weifsem Marmor mittelst Dübeln festgeheftet auf schwarzen Platten des Eleusinischen Kalksteins, wie wir aus der Baurechnung dieses Tempels wissen (Ἐλευσινιακὸς λίθος, Corpus inscriptionum Atticarum, Bd. I S. 322 Zeile 41).

Ich fand auf der Akropolis unter den dort umherliegenden antiken Bausteinen allerdings auch einen dichten, schwarzen Kalkstein, der weit schwärzer und gleichmäfsiger gefärbt ist, als der Eleusinische, der mehr eine dunkelbräunlichgraue Färbung besitzt; diesen tiefschwarzen Kalkstein sah ich öfters auf dem Ausgrabungsfelde in Olympia (vergl. oben im Verzeichnifs No. 380 und ich vermuthe, dafs derselbe aus dem Peloponnes (Arkadien oder Halbinsel Taenaron) herstammt; er ist vielleicht erst zur römischen Kaiserzeit, wo ja die Bausteine weit wanderten, auf die Akropolis von Athen gelangt.

6. Wie bei den Skulpturen, so wurde auch bei den antiken Bauwerken in Athen vorherrschend der untere weifse Pentelische Marmor aus den Brüchen über dem Demos Pentele verwendet, ganz besonders nach den Perserkriegen zur Zeit des Perikles und in den späteren Zeiten. Der blaugraue Hymettische Marmor scheint in griechischer Zeit weniger bei den Bauwerken in Athen zur Verwendung gekommen zu sein, als zur römischen Zeit, wo dieser Marmor, wie andere farbige Marmore und Gesteine, als Baumaterialien beliebter waren, als die rein weifsen Marmore; wenigstens sah ich sowohl auf der Akropolis als in der Stadt Athen den Hymettischen Marmor nur bei untergeordneten Baugliedern in Verwendung, während z. B. grofse Massen des blaugrauen Hymettischen Marmors für die Prachtbauten der Kaiserzeit nach Rom gebracht wurden.

Am Lysikrates-Denkmal in der Stadt Athen östlich unter der Akropolis wurde der Unterbau aus gut behauenen Piraeus-Quadern aufgebaut, über denselben eine Schicht und Deckplatten von blaugrauem Hymettischen Marmor gelegt, und der ganze Oberbau aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor angefertigt; in der unteren Stufe dieses Tempelchens und in den sechs Säulen ist der Pentelische Marmor schon ziemlich stark verwittert.

Der grofse Zeustempel (Olympieion) in Athen besteht aus Pentelischem Marmor; die Trommeln der umgestürzten und die 14 noch aufrecht stehenden, 17,25^{m} hohen Säulen besitzen einen Durchmesser von 1,5—1,7^{m}; sie zeigen den typischen weifsen Pentelischen Marmor, gerade nicht von der besten Qualität, meist etwas streifig und schichtig durch Glimmerdurchgänge. Die gelbbraune Eisenhaut (s. oben S. 18) hat sich vorwiegend auf den Südflächen der Säulen und Architrave gebildet; auf den anderen Seiten blieb der Marmor weifser, ist aber überzogen von vielen schwarzbraunen Flechten. Das nahe dem Olympieion stehende Hadriansthor zeigt auf beiden Seiten (Ost- und Westflächen) goldbraune Eisenverwitterungshaut, wenig Flechtenflecke. Am Theseion und am Parthenon sind ebenso wie beim Olympieion die Nordseiten am weifsesten geblieben und tragen ebenfalls Flechtenüberzüge, während die übrigen Flächen, besonders gegen Westen, mit der schönen goldbraunen Eisenpatina bedeckt sind. Die Ursache dieser Erscheinung, dafs die Nordseiten der genannten Bauten in Athen am wenigsten mit der Brauneisenhaut überzogen sind, bleibt noch zu erklären, sie hängt jedenfalls mit dem Wetter, mit Regen und Sonnenwärme zusammen.

Propylaeen, Niketempel, Parthenon und Erechtheion sind mit Ausnahme der Fundamente vollständig aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor (No. I) erbaut; auch die Relieffriese, die Metopen und Giebelgruppen sind hier aus demselben Marmor gefertigt, während am Theseion und am Suniontempel die Relieffriese aus Parischem Marmor gemeifselt waren. Ich habe oben erwähnt, dafs mir der Marmor des Parthenon und der Propylaeen weniger sorgfältig ausgesucht erschien, als derjenige, welcher am Erechtheion verwendet wurde; der Marmor der Skulpturen, Ornamente, Kapitelle und Cassetten am Erechtheion scheint mir noch heute gröfstentheils fester, glänzender und weniger verwitterbar zu sein, als der Marmor des Parthenon, sodafs die schönen fein ausgeführten Ornamente des Erechtheion in wunderbarer Schärfe und Schönheit vor uns liegen.

Welche bedeutenden Lasten im Alterthum bewältigt und gehoben werden konnten, zeigen uns die beiden Marmorbalken, welche jetzt im Eingang der Propylaeen liegen, zwei Architrave je von 6,35^{m} Länge, 82^{cm} Breite und 70^{cm} Höhe; das sind 3,65^{cbm} im Gewichte von etwa

10000^{kg}. Freilich werden diese Stücke bedeutend an Gröfse und Schwere übertroffen von den Steinbalken, wie sie bei den viel älteren Bauten in Mykenae bewältigt wurden: der Thürsturz über dem Burgthore von Mykenae unter dem Löwenrelief, der aus dem in dem Stadthügel von Mykenae anstehenden tertiären Kalkconglomerat, wie alle Mauerquadern der Burg und der Kuppelgräber in Mykenae hergestellt ist, besitzt eine Länge von 5^{m}, eine Dicke von 2,5^{m} und in der Mitte eine Höhe von mehr als 1^{m}, das sind 12,5^{cbm} Stein im Gewichte von ca. 30000^{kg}. Der gröfste bearbeitete und gehobene Stein, den ich an antiken Bauten in Griechenland kenne, ist aber der innere von den beiden Steinbalken, die den Thürsturz über dem 5,5^{m} hohen Eingang zu dem sog. Schatzhaus des Atreus in Mykenae bilden: er besteht aus dem eben erwähnten tertiären Kalkconglomerat und ist nahezu 9^{m} lang, über 5^{m} tief und 1^{m} dick, das sind 45^{cbm} Stein im Gewichte von ca. 120000^{kg}! Um solche Lasten zu bewegen und zu heben, brauchten die Alten jedenfalls nicht nur die ihnen bekannten Flaschenzüge, sondern sie mufsten auch schiefe Ebenen auf langen Holzgerüsten zur Höhe der Gebäude hinaufzuführen.

Bei den Bauwerken auf der Akropolis ist Pentelischer Marmor auch schon vor der Perserzeit verwendet worden: in dem Museum auf der Akropolis liegen Simen (obere Kranzleisten) von älteren Tempeln und Gebäuden, Reste, die aus dem Perserschutt ausgegraben wurden, welche zum Theil aus Inselmarmor und Parischem Marmor, zum anderen Theil aber aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor bestehen; und zwar sind die Simen in: Antike Denkmäler des Deutschen archäologischen Instituts I, Taf. 50, A und Taf. 38, B aus dem etwas streifigen Pentelischen Marmor; die Simen Taf. 38, A aus Parischem und Taf. 50, C, D, E aus weifsem grobkörnigen Inselmarmor gefertigt.

7. Dieser grobkörnige Inselmarmor und der Parische Marmor wurden auf der Akropolis und in der Stadt Athen als Baumaterial verhältnifsmäfsig wenig verwendet; wir bemerkten in den Reliefskulpturen am Theseus-Tempel den weifsen Parischen Marmor; von der Akropolis erwähnten wir soeben die Simen vom alten Athena-Tempel (Denkmäler Taf. 38, A), die aus Parischem und die Simen anderer älterer Gebäude aus grobkörnigem Inselmarmor (Denkmäler Taf. 50, C, D, E).

Hier wollen wir auch besonders hervorheben, dafs zur Sima, Denkmäler Taf. 50, E, von einem vorpersischen Baue, grofse halbrunde, flachgebogene Dachziegel gehören, welche aus grobkörnigem Inselmormor gefertigt sind; und zwar ist dies genau derselbe recht grobkörnige weifse Marmor, wie ich ihn oben unter No. XVIb aus antiken Marmorbrüchen auf der Insel Naxos beschrieben habe; da wir auch durch Pausanias (siehe unten bei Olympia) die Nachricht haben, dafs ein Naxier, Namens Byzes, zuerst die Technik, Dachziegel aus Marmor zu schneiden, ausgeübt habe, und da auch der Zeustempel in Olympia mit Dachziegeln aus dem gleichen Material gedeckt war, so dürfen wir wohl annehmen, dafs auf der Insel Naxos die Industrie, Dachziegel aus Marmor zu bilden zu gewissen Zeiten einheimisch gewesen sei.

Die Dachziegel des Parthenon und der anderen nachpersischen Bauten auf der Akropolis und in Athen bestanden aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor; und zwar scheint die obere gerade Fläche dieser Ziegel gesägt, die untere flachgewölbte Fläche den sichtbaren Spuren nach gemeifselt worden zu sein.

Eleusis.

Auf dem Wege von Athen nach Eleusis treffen wir in dem Engpasse beim Kloster Daphni einige kleinere antike Steinbrüche seitlich der Strafse in einem Kiefernwäldchen; hier wurde ein mergeliger, schneckenreicher tertiärer Kalkstein gebrochen, dessen Quadern wir in den fränkischen Mauern des Klosters verbaut finden. Das grofse Grabmonument an der heiligen Strafse nahe dem Dorfe Kalywia in der thriasischen Ebene ist aus schön bearbeiteten Werkstücken aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor erbaut; indessen fand ich dort auch zwei gröfsere Steinplatten aus grobkörnigem Inselmarmor. Die Stufen und Fufsbodensteine bestehen zum Theil aus dem dunkelgrauen Eleusinischen Kalkstein; im Innern der Mauern wurden die leichten muschelreichen Kalkmergelsteine von Megara, auch tertiäre Sandsteine und Conglomerate gebraucht. Wir sehen daher an diesem Baue dieselben Materialien in Verwendung, wie in Eleusis selbst, in dessen Tempelbezirk wir grofse Massen des weifsen Pentelischen Marmors aufgehäuft finden; für die Fundamente und Unterbau-

ten der Bauwerke in Eleusis wurde sowohl harter Piraeus-Kalkstein, als der weichere muschelreiche mergelige und sandige Kalkstein aus den Brüchen an der Nordostseite der Hügel von Megara[1]), am meisten jedoch der dunkelbräunlichgraue dichte Kalkstein aus den antiken Steinbrüchen der Felshügel von Eleusis selbst verwendet. Auch sah ich in Eleusis Werkstücke und Platten aus dem gewöhnlichen grobkörnigen weifsen Inselmarmor (Paros oder Naxos) gefertigt.

Peloponnes.

1. Bei den vorhistorischen Bauten in Tiryns und Mykenae wurde nur einheimisches Material verwendet, und zwar die verschiedenfarbigen, grauen, gelblichen und rothen dichten Kalksteine des Kreidesystemes, und die Kalkconglomerate der tertiären Schichten, die im Umkreis der Argolischen Ebene vor den Abhängen der höheren Berge dem Kreidekalkstein an- und auflagern. Die Hügel des Stadtbezirkes von Mykenae bestehen ganz aus den tertiären Conglomeraten, graubraunen Sandsteinen und porösen, fossilreichen Kalksinterschichten; der Burgfels von Mykenae jedoch gehört bereits dem gelblichgrauen Kreidekalkstein an; die Grenze zwischen beiden Formationen verläuft von Nordnordwest in Südsüdost gerade neben dem Löwenthor hindurch, sodafs nur die kleine Vorterrasse innerhalb des Löwenthores mit dem Plattenkreise und den von Schliemann geöffneten Gräbern sich noch aus den weichen tertiären Schichten zusammensetzen, der ganze übrige Burgbezirk aber auf dem harten Felsgestein des Kreidesystemes liegt; möglicherweise wurde der Platz für die tiefeingelassenen Grabstätten, der auffallender Weise gleich innerhalb des Hauptthores der Burg sich befindet, nur deswegen gewählt, weil keine andere Stelle innerhalb der Umfassungsmauern der Burg einen so weichen, leicht auszugrabenden Untergrund besitzt; Felsengräber aber, die man im übrigen Burgfelsen hätte einhauen müssen, scheint man damals

[1]) Pausanias lib. I cap. 44, 6 beschreibt diesen gelblichweifsen tertiären muschelreichen porösen Kalkstein von Megara: „Dieser Muschelkalkstein (κογχίτης λίθος) findet sich in Griechenland nur bei Megara, und wurde er vielfach in dieser Stadt selbst verwendet; er ist recht weifs, weicher als andere Steine und ganz mit Meeresmuscheln erfüllt“.

in Griechenland nicht gekannt, jedenfalls nicht hergestellt zu haben, wie wir an den zahlreichen künstlich aufgeworfenen Tumuli aus vorhistorischer Zeit oder an den Kuppelgräbern in der Stadt Mykenae erkennen können.

Die mächtigen Steinmauern der Burg von Tiryns sind aus dem hellgrauen dichten Kreidekalkstein des Burgfelsen selbst oder der nahen Berge (z. B. Hagios-Elias-Berg) in unregelmäfsig aufgehäuften polygonalen Blöcken ohne Mörtel gebaut. Dagegen sind die Umfassungsmauern der Burg von Mykenae aus grofsen, regelrecht behauenen Quadern der tertiären Kalkconglomerate[1]), wie sie in den Stadthügeln anstehen, zusammengefügt; die innere Füllung der Mauern aber ist aus unbehauenen ganz unregelmäfsig eckigen Stücken des im Burgfelsen anstehenden gelblichgrauen Kreidekalksteins hergestellt, so dafs die Conglomeratquadern nur als äufsere Verkleidung dienen. Ebenso besteht die grofse Platte des Löwenreliefs, wie wir oben erwähnten (No. 354), aus dem grauen Kreidekalkstein. Doch wurde auch in Tiryns bereits das tertiäre Conglomerat verwendet; so sind z. B. die beiden grofsen Thürpfosten am inneren Thor auf der Ostseite der Burg aus diesem Material gefertigt. Dafs die Kuppelgräber in den Stadthügeln von Mykenae aus diesem, in gewissen Schichten recht harten Kalkconglomeraten erbaut sind, haben wir bereits oben erwähnt; man sieht an den Thürpfosten und Quadern dieser Gräber noch die Spuren der Säge, mit welcher die Kalkconglomerate in regelrechte Stücke zersägt wurden.

Für den eigenartigen Plattenring innerhalb des Löwenthores in der Burg von Mykenae wurden die plattig brechenden Schichten des porösen muschelreichen Kalksinters gewählt, welcher in einzelnen Schichten mitten zwischen den Kalkconglomeraten und Sandsteinen der Stadthügel lagert. Die auf der Höhe der Burg von Mykenae freigelegten Fundamente von Gebäuden sind aus dem anstehenden Kreidekalkstein gebaut, die Platten der Sockelverkleidungen häufig aus dem mürben graubraunen Sand-

---

[1]) Dieses Gestein darf nach der in der Petrographie gebräuchlichen Nomenclatur nicht als „Breccie“ bezeichnet werden, da wir Breccien nur solche Gesteine nennen, in denen eckige Gesteinsstücke zusammengebacken sind, Conglomerate dagegen solche, die aus lauter rundgewaschenen Geröllen in einem sandigen oder kalkigen Bindemittel bestehen; für die erste Gesteinsart ist die italienische Serpentin-Breccie (Breccia verde), für die andere die Schweizer Nagelfluhe (z. B. am Rigi und Rossberg) als typisch anzusehen.

stein, wie er zwischen den Conglomeraten der Tertiärhügel liegt, lagerhaft geschnitten.

2. Dafs die Tempelbauten von Tegea in Arkadien aus dem hellbläulichgrauen Marmor von Dolianá (No. VII) gebaut wurden, haben wir bereits oben (No. 217) erwähnt. In den antiken Steinbrüchen bei Dolianá liegt noch eine unvollendete Säulentrommel, die wegen einer durchziehenden Spalte nicht verwendet werden konnte: dieselbe hat einen Durchmesser von 1,46^{m}, während die fertigen kanelirten Säulentrommeln des Athenatempels in Tegea einen Durchmesser von 1,42^{m} besitzen. Auch erkennt man in dem Felsgestein der Flächen vor den Brüchen noch die Radspuren der Wagen, welche die Marmorblöcke hinunter in die Ebene von Tegea und Mantinea trugen; einzelne Spuren sind 5—6^{cm} tief, dabei schmal, so dafs die antiken Wagen auffallend schmale Radkränze gehabt haben müssen (wie die modernen Wagen in Athen auch!); die Spurweite zwischen je zwei Rinnen, also die Axenlänge der antiken Wagen, habe ich dort zu 1,38^{m} gemessen. Offenbar war keine geschotterte oder gepflasterte Strafse von den Brüchen aus die Bergabhänge nach Tegea hinab gebaut worden: denn diese Radspuren laufen auch halbrund über die abgerundeten Felsblöcke des Weges fort; die Vollräder der Wagen sind demnach glatt über die an die Oberfläche hervorragenden Marmorschichten fortgefahren.

Dieser Marmor aus den antiken Brüchen von Dolianá in der Tegeatis wurde auch in Mantinea, am Tempel von Bassae und in Olympia, auch wohl in anderen antiken Orten des Peloponnes verwendet, da dieser Marmor noch der beste unter den meist unreinen und unansehnlichen Marmoren des Peloponnes ist.

3. Ebenso wie die Mauern und Thürme der beiden Städte Messene und Phigalia, so ist auch der Tempel von Bassae zum gröfsten Theile aus dem lichtgelblichgrauen Kalkstein (der Kreide oder dem Eocaen angehörig) gebaut, der die Berge und Gebirge in Messenien vorherrschend zusammensetzt; der Berg Ithome, die Umgebung von Phigalia und die Berge, auf deren Höhe der Tempel von Bassae sich erhebt, bestehen aus diesem muschlig brechenden, dichten Kalkstein; noch jetzt werden in den Orten von Messenien und Arkadien alle Stufen, Fenster, Thürpfosten etc. sämmtlich aus diesem leicht zu bearbeitenden und festen Material gehauen.

Wegen dieses stumpfgrau verwitternden Materials sehen die 35 noch aufrecht stehenden Säulen des Tempels von Bassae mit ihrem Gebälk und dem Unterbau nicht gerade schön aus, und zeigen dieselbe todte graue Tönung, wie die ringsum anstehenden Felsmassen desselben Kalksteins. Wenn Pausanias lib. VIII cap. 41, 8 trotzdem sagt: „Dieser Tempel war unter allen Peloponnesischen, den zu Tegea ausgenommen, wegen der Schönheit und der Gleichmäfsigkeit (ἁρμονία) seines Gesteinsmaterials ausgezeichnet", so ist dieser Ausspruch wohl hauptsächlich im Gegensatz zu den mit Stuck überzogenen schlechten Baumaterialien der Tempel und Bauten in Olympia gemeint. Aber unter den Werkstücken im Tempel von Bassae fand ich auch einige aus weifsem Marmor gefertigt: die meisten Cassetten der Tempeldecken waren aus dem einheimischen Kalkstein, einige aber auch aus dem ganz grobkörnigen langsträhnigen Inselmarmor, den wir oben unter No. XVb beschrieben, und den wir auch von dem Ausgrabungsfeld zu Olympia (oben No. 375—377) kennen lernten; aus diesem charakteristischen langsträhnigen weifsen Marmor bestehen auch andere Werkstücke, die in dem Tempelgebäude liegen, und ein Dachziegel ebenso geformt, wie diejenigen vom Zeustempel in Olympia und von dem vorpersischen Gebäude auf der Akropolis in Athen, die wir oben S. 123 erwähnt haben. Aufserdem fand ich im Tempel von Bassae profilirte Architekturtheile vor, welche aus dem hellbläulichgrauen Marmor aus den antiken Brüchen von Dolianá in Arkadien (oben No. VII) hergestellt sind. Ich konnte demnach an diesem Tempel dreierlei verschiedene Baumaterialien nachweisen[1]).

4. Die meisten Bauwerke in Olympia, der Zeustempel, das Heraion, die Palästra etc., sind erbaut aus dem tertiären, einheimischen, muschelreichen Sinterkalkstein, der bruchfeucht gewifs leicht zu zersägen

---

[1]) Über das Material des berühmten Relieffrieses am Tempel von Bassae, der sich im British Museum in London befindet, sagt E. Curtius, Peloponnes I S. 345, Anmerkung 33: „Das Material des Frieses hielt Stackelberg für Parischen Marmor; in dem englischen Verzeichnisse werden die Platten marbles genannt, das Material näher beschrieben als ein brownish limestone (bräunlicher Kalkstein) much inferior in whiteness to the marble which was employed in the sculptures brought from Athens". Diese englische Beschreibung scheint eher auf den hellgelblichgrauen dichten Kalkstein, aus dem der Tempel vorwiegend erbaut ist, als auf Marmor schliefsen zu lassen; jedoch sind solche Gesteinsbeschreibungen, die nicht von Geologen herrühren, erfahrungsgemäfs mit Vorsicht zu behandeln.

war, und an der Luft gut erhärtet; alle dem Auge sichtbaren Theile dieses unschönen Baumaterials waren mit Stuck überzogen. Über diesen leichten, porösen Kalkstein sagt Pausanias lib. V cap. 10, 3: „der Zeustempel ist gebaut aus dem einheimischen Poros“ (πῶρος); an anderer Stelle (lib. VI cap. 19, 1) nennt ihn Pausanias: „πώρινος λίθος“. Mit diesem Namen πῶρος, ein Wort, das übrigens etymologisch nichts mit πόρος (Gang, Durchgang, die Pore von περάω durchdringen nach G. Curtius l. c. 1873, S. 272) zu thun hat, bezeichnen die Archäologen so ziemlich alle Gesteine, welche nicht weifser Marmor sind; so lange man ein Gestein nicht näher definiren kann, ist ein solcher Nothbehelf ja gerechtfertigt, indem derselbe wenigstens auf das eine negative Kennzeichen hindeutet; man sollte diesen Namen „Poros“ aber doch mehr auf diejenigen Gesteine beschränken, denen die alten Schriftsteller in der Regel diese Bezeichnung beilegen, nämlich auf die leichten porösen, im Bruch durch die Bodenfeuchtigkeit ziemlich weichen, an der Luft erhärtenden Kalksteinsinter und Kalktuffe, wie hier dieses Material der Bauwerke in Olympia; die Römer besafsen ein ähnliches Material in ihrem Stein von Tibur (daher lapis Tiburtinus), jetzt Travertin genannt.

Der Zeustempel in Olympia war gedeckt mit grofsen Marmorziegeln; die Stücke dieser Ziegel, die ich nördlich vom Zeustempel auf den Grundmauern des Pelopion liegen sah, bestehen aus demselben recht grobkörnigen weifsen Inselmarmor, wie ich ihn aus den antiken Brüchen am Nordende der Insel Naxos (oben No. XIV b) beschrieben habe. Bekannt ist die Stelle im Pausanias (lib. V cap. 10, 3), in der er sagt, dafs ein Mann von der Insel Naxos Namens Byzes, der zur Zeit lebte, als Alyattes in Lydien und Astyages in Medien herrschten, zuerst die Erfindung gemacht habe, Dachziegel aus Stein (λίθος) zu schneiden. Auffallend ist jedoch, dafs Pausanias gleichzeitig angiebt, dafs die Dachziegel des Zeustempels in Olympia aus Pentelischem Marmor gefertigt seien. Dachziegel aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor hergestellt sah ich auf dem Ausgrabungsfelde von Olympia bei der Südosthalle liegen.

Der lichtgelblichgraue Kalkstein, aus dem der Tempel von Bassae erbaut ist, wurde auch in Olympia vielfach als Baumaterial verwendet; er kam wohl aus dem oberen Alpheiosthale herab, da die Berge in der näheren Umgegend von Olympia aus den jüngeren tertiären Ab-

lagerungen sich zusammensetzen. So ist der Plattenbeleg auf den Seitenmauern der Rampe vor der Ostseite des Zeustempels, der unterste der dreieckigen Steine der Nikebasis (im obigen Verzeichnifs No. 374), die drei halbkreisförmigen Unterbauten neben dem Stier der Eretrier, vier Basen vor der Echohalle (oben No. 379), die Stufen und Platten am Thore des grofsen Gymnasion und anderes aus diesem leicht zu behauenden und auch polirfähigen dichten Kalkstein gearbeitet.

Die cannellirten Säulentrommeln der Echohalle sammt ihren ionischen Kapitellen sind aus weifsem grobkörnigen Inselmarmor (wohl von Paros) gefertigt; dieser Marmor wurde in Olympia weit mehr verwendet als der Pentelische; den letzteren sah ich z. B. im Zeustempel und in dessen nächster Umgebung in zahlreichen Werkstücken liegen.

Von anderen Marmoren und Gesteinen, deren Mannichfaltigkeit wohl auf keiner antiken Stätte in Griechenland so grofs ist, wie hier in Olympia, will ich schliefslich noch zwei Marmorarten erwähnen: der in der römischen Kaiserzeit besonders beliebte Marmor von Karystos und Süd-Euboea (oben No. XI), der sog. Cipollino, ist auf dem Ausgrabungsfelde zu sehen z. B. in den Fufsbodenplatten der östlichen Vorhalle des Zeustempels; auch sind die schlanken Säulen an der Exedra des Herodes Attikus aus dem Karystischen Stein geformt, während die grofsen halbrunden Werksteine mit dem Würfelgesims und den Löwenköpfen aus dem unteren weifsen Pentelischen Marmor gefertigt sind. Unter den zahlreichen buntfarbigen Marmoren, die in Olympia zur Verwendung kamen, ist wohl der schönste der blutrothe Marmor, der „Marmo rosso antico", dessen Fundort in den antiken Brüchen bei Dimaristika an der Ostküste der Mani zu suchen ist; ebenso stammt aus den Bergen der Mani, und zwar aus den antiken Brüchen bei Kotronas, 12^{km} weiter nördlich Dimaristika an der Ostküste der Mani gelegen, ein blutrother, hellgraugefleckter Marmor, der durchzogen ist von zahlreichen dunkelgrünen Chloritlagen und Chloritadern; dieser Marmor vermag auf den geschliffenen und polirten Flächen eine schöne Zeichnung und mannichfache Färbung zu zeigen.

Nachtrag.

Herr Dr. Sauer, z. Z. in Athen, sendet mir soeben noch Marmorproben, die er in Olympia und auf den Inseln Naxos und Paros für mich gesammelt hat; ich trage meine Bestimmungen dieser Proben hier nach, indem ich die Nummern des obigen Verzeichnisses fortsetze:

A. Aus Olympia:

a) Marmor aus den antiken Brüchen bei Dolianá in Arkadien (oben VII):

389. Basis des Wagens des Gelon; Künstler Glaukias von Aigina. Loewy 28.
Marmor mit zerfetzten Krystallen, weifs mit Stich ins Bläulichgraue.

390. Basis des Smikythos; Künstler Glaukos. Loewy 31a.
Marmor mit zerfetzten Krystallen.

391. Basis (Astragalos) einer Erzstatue. Berliner Gipsabgüsse 336.
Marmor mit zerfetzten Krystallen, weifs mit Stich ins Bläulichgraue.

392. Basis einer Erzstatue, geweiht von Xenokles; Künstler Polyklet. — Loewy 90.
Marmor mit zerfetzten Krystallen; dabei etwas strähnig, gerade wie in einem meiner Handstücke aus den Brüchen bei Dolianá; Stich ins Bläulichgraue.

393. Basis der Pferde der Kyniska; Künstler Apelleas. Loewy 100.
Marmor derselbe wie bei der vorigen No. 392, auch etwas strähnig.

394. „Weifse Basisquadern, Untersteine einer runden Plinthe von blauschwarzem Stein (Athen. Mittheil. XIII S. 129, Anm. 1), welche die Inschrift MEMNON trägt“ (Sauer).
Hellbläulichgrauer Marmor mit zerfetzten Krystallen.

b) Marmor aus den antiken Brüchen im Oinusthale bei Sparta (oben VIII):

395. Basis einer Zeusstatue, geweiht von den Lakedaimoniern. A. Z. 1876, Taf. 6, 3.

Grauer, körniger Marmor, genau übereinstimmend mit einem meiner Handstücke vom Anstehenden aus den antiken Brüchen im oberen Oinusthale bei Vresthena.

396. Thierfigur. Berliner Gipsabgüsse 314.

Grauer körniger Marmor, ähnlich dem der vorigen No. 395.

c) Unterer weifser Pentelischer Marmor:

397. Basis des Euthymos; Künstler Pythagoras. Loewy 23.
398. Fragment einer Platte; Künstler Pythagoras. Loewy 24.
399. Basis des Pulydamas; Künstler Lysippos. Berliner Gipsabgüsse 335.
400. Basis des Kallias; Künstler Mikon. Loewy 41.
401. Basis des Kyniskos; Künstler Polyklet. Loewy 50.

d) Gewöhnlicher Parischer Marmor (oben XIII).

402. Kopf eines Kriegers. Berliner Gipsabgüsse 316.
403. Säulenstumpf, Weihgeschenk der Söhne des Thrasymachos. Loewy 25.

e) Weifser, ganz grobkörniger, langsträhniger Inselmarmor (oben XVb).

404. Von einem Architekturstück, das in der byzantinischen Kirche liegt.

Derselbe eigenthümliche Marmor, wie ich ihn oben bei No. 376 bei der Ehrenbasis des Tiberius Oppius Timandros beschrieben habe, mit grofsen (bis 15^{mm} langen, bis 10^{mm} breiten) nach einer Richtung langgezogenen Kalkspath-Krystallen.

405. Von einem beim Philippeion liegenden Marmorblocke.

Ähnlich dem Marmor der vorigen No. 404, jedoch nicht so grofskörnig; Krystalle nach einer Richtung langgezogen; ähnlich dem Marmor oben No. 375 der Ehrenbasis des Zenophilos, jedoch etwas grobkörniger.

B. Von der Insel Paros:

406. Archaisches Relief, in Paroikia (die alte Stadt Paros). Archäologisch-epigraphische Mittheilungen aus Österreich, Band XI Taf. 5, 1.

Gewöhnlicher grobkörniger Parischer Marmor (oben XIII), weifs mit einem Stich ins Hellgraue.

407. Archaisches Relief, in Paroikia. Archaeol. epigr. Mitth. aus Österreich. XI S. 153 Fig. 2.

Derselbe Marmor wie bei der vorigen No. 406.

C. Von der Insel Naxos.

408. Antiker Bau (Thüreingang) auf der kleinen Insel Gialó im Hafeneingang der Stadt Naxos.

Ganz grobkörniger weifser Marmor, einzelne Kalkspath-Krystalle bis 10^{mm} grofs.

409. Apollo-Kolofs auf der Insel Delos, von den Naxiern geweiht.

Ganz grobkörniger weifser Marmor.

Ich habe diesen Apollo-Kolofs von Delos oben S. 65 erwähnt; über den ganz grobkörnigen Marmor aus den antiken Steinbrüchen am Nordende der Insel Naxos vergleiche oben XIV b Seite 54—55; und über den daselbst unvollendet liegen gebliebenen Apollo-Kolofs oben S. 53 und No. 388. Ich habe bereits oben S. 56 und 65 ausgesprochen, dafs der „ganz grobkörnige Inselmarmor“ (oben XVa S. 55—57) der archaischen Statuen aus dem National-Museum und aus dem Akropolis-Museum, sowie aus dem Ptoion in Böotien (im Verzeichnifs die Nummern 1—3 und 250—254) dem sehr grobkörnigen Marmor der antiken Brüche in der Schlucht westlich vom Apollo auf Naxos (oben XIVb) „ziemlich vollkommen gleicht, nur dafs er noch grobkörniger ist als jene Stücke, die ich auf Naxos sammelte.“ Herr Dr. Sauer schickt mir nun aus dem jetzigen Bezirke Tragía inmitten der Insel Naxos von einem Phlerigó genannten Orte (etwa 10^{km} östlich der Stadt Naxos in der Nähe des Dorfes Mélanes gelegen) Marmorproben vom Anstehenden, welche ganz genau dieselbe Structur, Korngröfse und Tönung wie der „ganz grobkörnige Inselmarmor“ besitzen. Die Gröfse der Kalkspath-Körner in diesen Stücken vom Anstehenden ist meist 5^{mm}, einzelne werden 8—10^{mm} grofs; dabei zeigen die Krystalle einen recht frischen Glanz; die Tönung ist weifs mit einem Stich ins Hellgraue; das Gefüge ist im Ganzen ein loskörniges. Sehr bemerkenswerth ist es, dafs an der genannten Stelle Phlerigó ebenfalls ein unvollendeter, 5,5^{m} langer Apollo liegt, so dafs daselbst sicher

im Alterthume dieser ganz grobkörnige Marmor gebrochen und zu Statuen verarbeitet worden ist.

Aus diesem Gesteine nun bestehen auch die Werkstücke No. 408 und der Apollo-Kolofs No. 409, während der Apollo-Kolofs No. 388 aus einem weniger grobkörnigen, ungleich körnigen und ungleich farbigen Marmorlager herausgehauen wurde.

Da es nach meinen bisherigen Erfahrungen über griechische Marmorarten mir nicht wahrscheinlich ist, dafs ein so eigenthümlich struirter, äufserst grobkörniger Marmor in ganz der gleichen Beschaffenheit noch an einem zweiten Orte griechischer Kultur, noch auf einer andern griechischen Insel oder an der kleinasiatischen Küste anstehend in antiken Brüchen vorkommen sollte, so möchte ich jetzt glauben, dafs die archaischen Statuen aus dem „ganz grobkörnigen Inselmarmor" (also auch die sog. „Samischen" Bildwerke oben S. 66), ebenso wie der Apollo-Kolofs auf Delos, geweiht von den Naxiern No. 409, und wie der Apollo von Santorin No. 254 auf der Insel Naxos angefertigt worden seien.

Wie Herr Dr. Sauer mir mittheilt, beabsichtigt er diese Frage demnächst vom archäologischen Gesichtspunkte aus zu behandeln.

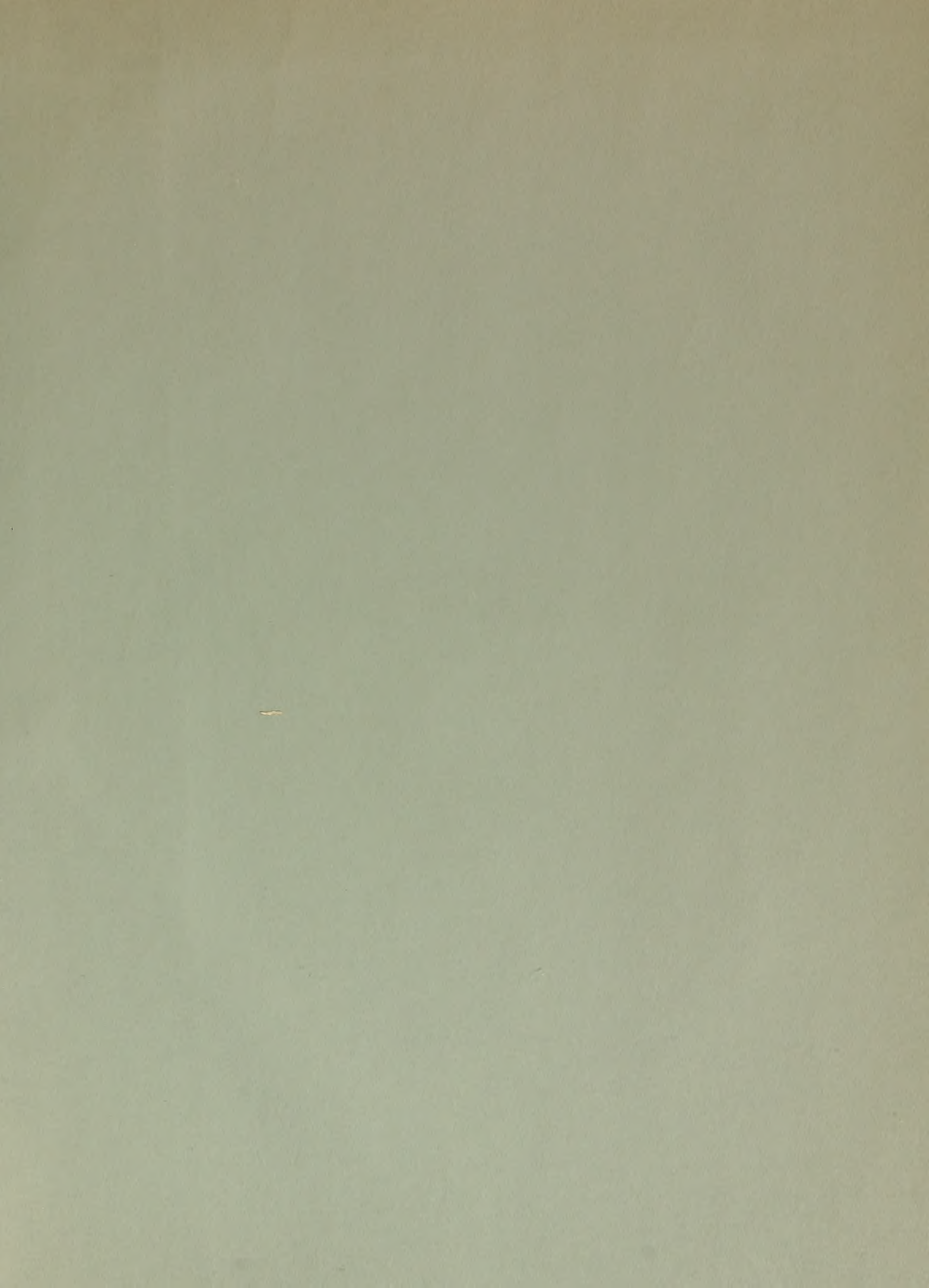
Berichtigung: oben auf S. 81 steht aus einem nachträglich bemerkten Versehen No. 151 die Basis mit Herakles und dem Löwen von Lamptrae unter den Stücken aus Pentelischem Marmor; diese Basis besteht vielmehr aus Parischem Marmor und ist demnach zu den No. 261 ff. auf S. 94 zu stellen, was ich zu berichtigen bitte.

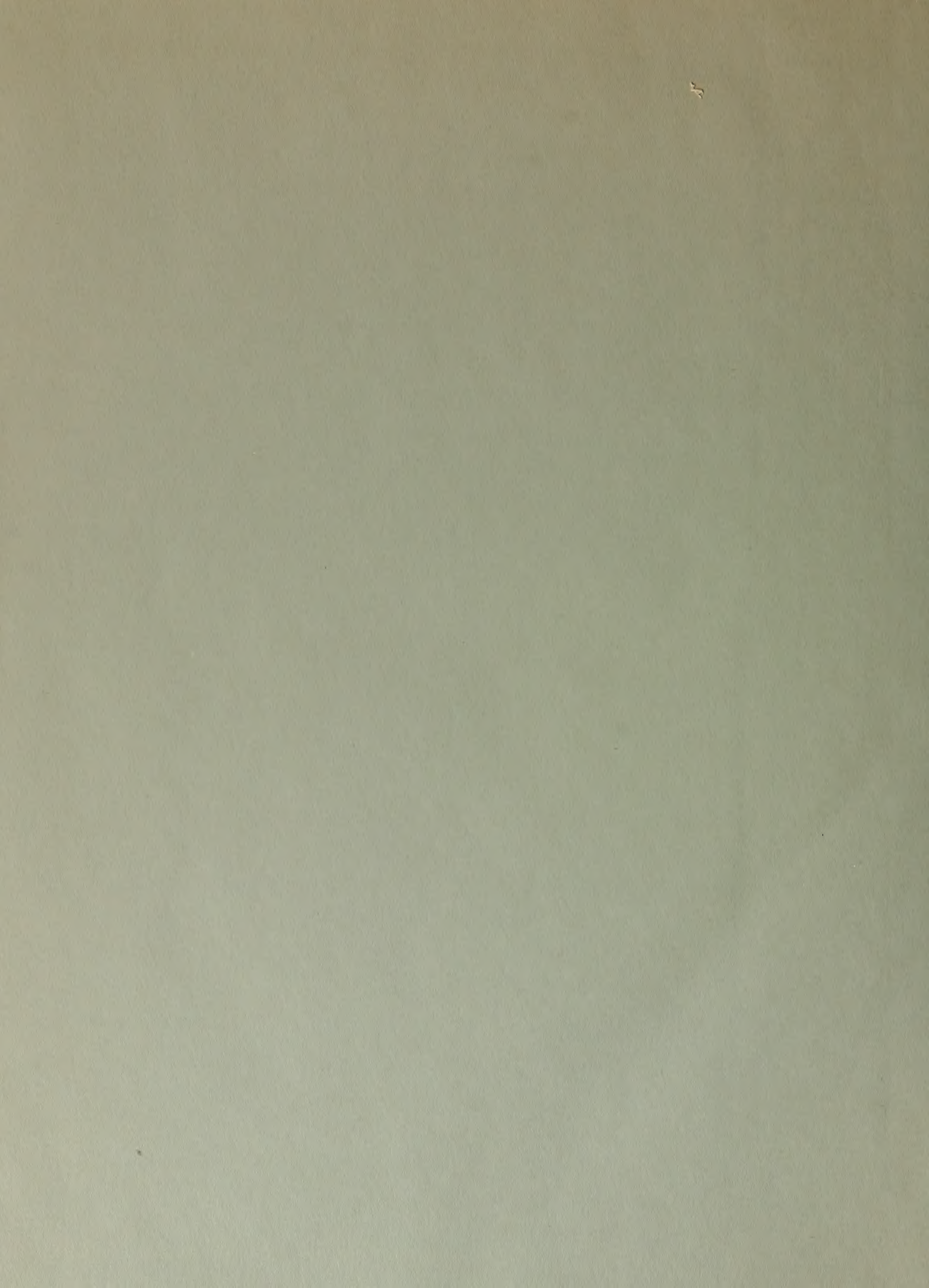
Inhalt.














SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 8796